FRIEDRICH MERKEL

# DIE ANATOMIE DES MENSCHEN

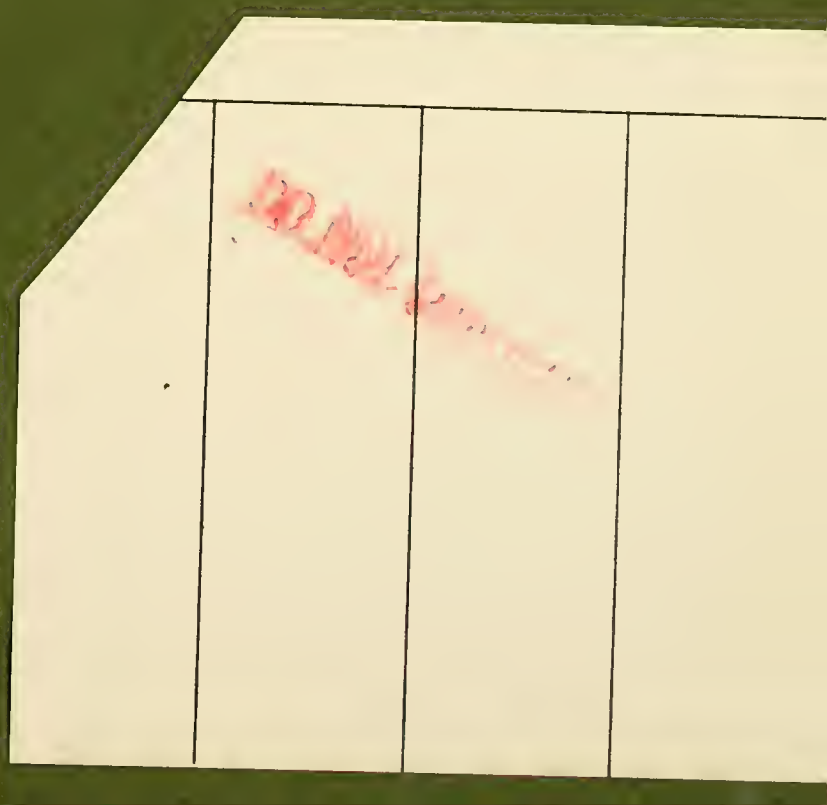
## ZWEITE ABTEILUNG:

SKELETLEHRE: PASSIVER BEWEGUNGS-APPARAT, KNOCHEN UND BÄNDER

TEXT

West Virginia University Libraries
3 0802 101940309 6

RECEIVED
MAR 26 1956
WEST VIRGINIA UNIVERSITY
MEDICAL CENTER LIBRARY



coll. compl.
IX/1200 SS.

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
LYRASIS Members and Sloan Foundation

http://www.archive.org/details/dieanatomiedesme02merk

Die

# Anatomie des Menschen

Mit Hinweisen auf die ärztliche Praxis

Von

Dr. Friedrich Merkel
Professor in Göttingen

Zweite Abteilung:

## Skeletlehre

Passiver Bewegungsapparat: Knochen und Bänder

Mit 2 Abbildungen im Text

Wiesbaden
Verlag von J. F. Bergmann
1913

# Skeletlehre

## Passiver Bewegungsapparat: Knochen und Bänder

Von

Dr. Friedrich Merkel
Professor in Göttingen

Mit 2 Abbildungen im Text

Wiesbaden
Verlag von J. F. Bergmann
1913

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht in alle Sprachen, auch in die russische und ungarische, vorbehalten.
Copyright by J. F. Bergmann, Wiesbaden 1913.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.

# Vorbemerkung.

In dem Vorwort zur ersten Abteilung wurde gesagt, daß das vorliegende Buch bemüht sein werde, auf die für die ärztliche Praxis besonders wichtigen anatomischen Tatsachen aufmerksam zu machen. Wo es sich so schickte, ist dies im Text geschehen, wo es den Zusammenhang unterbrochen, oder die Darstellung unübersichtlich gemacht haben würde, wurden den einzelnen Abschnitten besondere „praktische Bemerkungen“ angefügt.

Die angewendete Nomenklatur folgt mit wenigen Ausnahmen der bekannten Baseler Vereinbarung (1895). Ich hielt mich zurzeit nicht für berechtigt daran zu rütteln, um nicht neue Verwirrung in ein Gebiet hineinzutragen, in welchem erst vor Kurzem mit großer Mühe und gegenseitigem Nachgeben Ordnung geschaffen wurde. Daß die Bezeichnungen in sprachlicher Hinsicht vieles zu wünschen übrig lassen, ist offenkundig genug, doch ist nicht einzusehen, warum sie gerade ciceronianisch sein sollen, stehen doch die Wurzeln unserer Namengebung im mittelalterlichen Latein, welches sich von der Periode, welche den Philologen als die klassische gilt, sehr weit entfernt hatte. Wenn eine spätere Generation das Bedürfnis haben sollte, sich dieser klassischen Periode mehr zu nähern, steht ja bei vorhandener allgemeiner Übereinstimmung einer Änderung nichts im Wege.

Fr. Merkel.

# Inhaltsverzeichnis.


Seite

**Allgemeines** . . . . . 3

**I. Rumpfskelet** . . . . . 13

1. Wirbelsäule, Columna vertebralis . . . . . 14
   a) Beugewirbel . . . . . 14
   b) Drehwirbel . . . . . 18
   c) Falsche Wirbel . . . . . 20
2. Bänder der Wirbelsäule . . . . . 22
   a) Bänder der Wirbelkörper . . . . . 22
   b) Gelenkkapseln, Capsulae articulares . . . . . 25
   c) Bänder der Wirbelbogen. Ligamenta flava . . . . . 25
   d) Bänder der Wirbeldornen . . . . . 26
   e) Bänder der Wirbelquerfortsätze. Ligamenta intertransversaria . . . . 26
   f) Bandapparat am cranialen Ende der Wirbelsäule . . . . . 27
   g) Bandapparat am caudalen Ende der Wirbelsäule . . . . . 30
   h) Wirbelsäule, Columna vertebralis, im ganzen . . . . . 31
3. Rippen, Costae, und Brustbein, Sternum . . . . . 35
4. Bandapparat der Rippen und des Brustbeins . . . . . 38
   a) Bänder am dorsalen Teil der Rippen . . . . . 38
   b) Bänder am ventralen Teil der Rippen und am Brustbein . . . . . 40
5. Der Brustkorb, Thorax, im ganzen . . . . . 41

**II. Schädel, Cranium** . . . . . 46

1. Hinterhauptsbein, Os occipitale . . . . . 47
2. Keilbein, Os sphenoidale . . . . . 51
3. Schläfenbein, Os temporale . . . . . 55
4. Scheitelbein, Os parietale . . . . . 61
5. Stirnbein, Os frontale . . . . . 63
6. Siebbein, Os ethmoidale . . . . . 66
7. Untere Muschel, Concha inferior . . . . . 69
8. Tränenbein, Os lacrimale . . . . . 69
9. Pflugscharbein, Vomer . . . . . 70
10. Nasenbein, Os nasale . . . . . 71
11. Oberkieferbein, Maxilla . . . . . 72
12. Jochbein, Os zygomaticum . . . . . 77
13. Gaumenbein, Os palatinum . . . . . 79
14. Unterkiefer, Mandibula . . . . . 81
15. Bandverbindungen des Schädels . . . . . 84
16. Kiefergelenk, Articulatio mandibularis . . . . . 85
17. Zungenbein, Os hyoideum . . . . . 87
18. Schädel im ganzen . . . . . 88
   a) Hirnschädel . . . . . 89
   b) Gesichtsschädel . . . . . 92
   c) Schädelformen . . . . . 97
   d) Knochenstruktur . . . . . 99
   e) Nähte, Schaltknochen, Fontanellen . . . . . 100

Seite

III. Gliedmaßen, Extremitates . . . . . 105
1. Obere Extremität, Extremitas superior . . . . . 106
a) Gürtel, Cingulum . . . . . 106
α) Schulterblatt, Scapula . . . . . 106
β) Schlüsselbein, Clavicula . . . . . 109
γ) Bandapparat des Schultergürtels . . . . . 110
1. Ligamenta propria scapulae . . . . . 110
2. Gelenke des Schultergürtels . . . . . 111
3. Hilfsbänder des Schultergürtels . . . . . 111
b) Freie Extremität . . . . . 113
α) Oberarmbein, Humerus . . . . . 113
c) Schultergelenk, Articulatio humeri . . . . . 116
d) Unterarmknochen, Ossa antebrachii . . . . . 118
α) Elle, Ulna . . . . . 119
β) Speiche, Radius . . . . . 119
e) Ellbogengelenk, Articulatio cubiti . . . . . 120
f) Haftbänder des Unterarmes . . . . . 124
α) Membrana interossea antebrachii . . . . . 124
β) Chorda obliqua antebrachii . . . . . 125
g) Articulatio radio-ulnaris distalis . . . . . 125
h) Knochen der Hand . . . . . 126
α) Handwurzelknochen, Ossa carpi . . . . . 126
β) Mittelhandknochen, Ossa metacarpi . . . . . 129
γ) Fingerknochen, Phalanges . . . . . 130
Sesambeine, Ossa sesamoidea . . . . . 130
i) Gelenke und Bänder an der Handwurzel . . . . . 131
α) Articulatio radiocarpea . . . . . 132
β) Articulatio intercarpea . . . . . 133
γ) Articulatio carpometacarpea . . . . . 133
δ) Articulatio carpometacarpea pollicis . . . . . 134
ε) Articulatio ossis pisiformis . . . . . 134
ζ) Haftbänder an der Handwurzel . . . . . 134
k) Mittelhandfingergelenke, Articulationes metacarpophalangeae . . . . . 137
l) Fingergelenke, Articulationes digitorum manus . . . . . 138
m) Die Hand im ganzen . . . . . 139
2. Untere Extremität, Extremitas inferior . . . . . 141
a) Gürtel, Cingulum . . . . . 141
α) Hüftbein, Os coxae . . . . . 141
β) Bänder der Hüftbeine . . . . . 145
1. Eigenes Band des Hüftbeines . . . . . 145
2. Verbindungen der Hüftbeine mit dem Rumpf . . . . . 146
3. Verbindungen der Hüftbeine unter sich . . . . . 148
4. Das Becken, Pelvis . . . . . 148
b) Oberschenkelbein, Femur . . . . . 153
c) Hüftgelenk, Articulatio coxae . . . . . 156
d) Kniescheibe, Patella . . . . . 160
e) Unterschenkelknochen, Ossa cruris . . . . . 160
α) Schienbein, Tibia . . . . . 161
β) Wadenbein, Fibula . . . . . 162
f) Kniegelenk, Articulatio genus . . . . . 163
g) Wadenbeinköpfchengelenk, Articulatio tibiofibularis . . . . . 173
h) Membrana interossea cruris . . . . . 174
i) Knochen des Fußes, Ossa pedis . . . . . 174
α) Fußwurzelknochen, Ossa tarsi . . . . . 175
β) Mittelfußknochen, Ossa metatarsalia . . . . . 178
γ) Zehenknochen, Phalanges . . . . . 179
Sesambeine, Ossa sesamoidea . . . . . 179

Seite
k) Gelenke und Bänder an der Fußwurzel . . . . . 180
α) Knöchelgelenk, Articulatio talocruralis . . . . . 180
β) Hinteres Sprungbeingelenk, Articulatio talo-calcanea . . . . . 181
γ) Vorderes Sprungbeingelenk, Articulatio talo-calcaneo-navicularis . . 181
δ) Fersen-Würfelbeingelenk, Articulatio calcaneo-cuboidea . . . . . 182
ε) Kahn-Keilbeingelenk, Articulatio cuneo-navicularis . . . . . 182
ζ) Fußwurzel-Mittelfußgelenke, Articulationes tarso-metatarseae und Mittelfußgelenke, Articulationes intermetatarseae . . . . . 182
η) Haft- und Unterstützungsbänder der Fußwurzel . . . . . 183
1. Bänder zwischen Unterschenkel und Fuß . . . . . 184
2. Bänder am hinteren Teile der Fußwurzel . . . . . 184
3. Bänder zwischen hinterem und vorderem Teil des Fußes . . . 185
4. Bänder am vorderen Teile der Fußwurzel . . . . . 186
l) Mittelfuß-Zehengelenke, Articulationes metatarso-phalangeae . . . . . 188
m) Zehengelenke, Articulationes digitorum pedis . . . . . 189
n) Der Fuß im ganzen . . . . . 189
**Sachregister** . . . . . 193

# Skeletlehre.

## Bemerkung.

Die im Text in Klammer stehenden Zahlen, z. B. (*10*), bezeichnen die Nummern der Figuren des Atlas, welche die Beschreibung illustrieren.

# Skeletlehre.

Die Körperform kann nur durch das Vorhandensein von Stützgebilden aufrecht erhalten werden, wir sehen deshalb schon bei Protozoen solche in großer Mannigfaltigkeit und oft in sehr zierlicher Form auftreten. Bei den Metazoen sind sie ausnahmslos vorhanden, wenn auch von sehr verschiedener Herkunft, in sehr verschiedener Gestalt und Ausbildung und aus sehr verschiedenem Material bestehend. Bei den niedersten Formen durchsetzt das Stützgerüst den ganzen Körper, oft ohne in eine ganz bestimmte Form gegossen zu sein, bei den höheren tritt immer deutlicher eine Lokalisation hervor; entweder handelt es sich um festere Oberflächenschichten oder um axiale Stränge, von welchen beiden dann allerlei Fortsätze in den Körper eindringen können, um ihm Stütze und Halt zu verleihen. Das Hautskelet ist das primäre, es kommt bei den meisten wirbellosen Tieren zu reiner Ausbildung, bei den Wirbeltieren und dem Menschen dagegen das Achsenskelet, ohne daß doch bei ihnen das Hautskelet völlig verschwände; je höher man aber in der Reihe aufsteigt, um so mehr tritt es zurück.

Das Material, aus welchem sich die Stützgebilde aufbauen, wechselt außerordentlich. Einmal findet man nur eine festere Gallerte, welche der Erhaltung der Körperform zu dienen hat, ein andermal ist es Chitin, oder es sind Hornfasern, oder Knorpel. Diesen rein organischen Stoffen stehen rein anorganische gegenüber, und zwar Skeletstücke aus Kalk und Kieselerde. In der Mitte zwischen beiden steht ein Material, welches sich aus einer Mischung von organischen und anorganischen Bestandteilen aufbaut; dies ist der Knochen, welcher das Skelet der Wirbeltiere und des Menschen bildet.

Entstehung der Knochen. Die am niedersten stehenden Repräsentanten der Wirbeltierreihe besitzen nur den Anfang eines Skeletes in der Chorda dorsalis. Bei den etwas höher stehenden Formen kommt zu ihr ein Knorpelskelet, welches auch verkalken kann und erst zuletzt tritt echter Knochen auf. Die gleichen Stufen wie in der Phylogenie sind auch in der Ontogenie zu durchlaufen. Der menschliche Embryo besitzt am Anfang nur die Chorda, dann stellt sich, von deren Umgebung ausgehend, ein knorpelhaltiges Skelet ein und auf dieses folgt endlich das knöcherne. Die Zeit, zu welcher die Anlagen erst verknorpeln, dann verknöchern, ist für die einzelnen Skeletstücke sehr verschieden und es spielt der ganze Vorgang noch weit in das extrauterine Leben hinein, der Ablauf im einzelnen aber ist immer der gleiche. Es tritt im Mesenchymgewebe zuerst Knorpel auf, welcher sich so weit verbreitet, bis die durch Vererbung festgelegte Form des nachherigen Knochens erreicht ist. Später, und zwar für die einzelnen Knochen gesetzmäßig zu bestimmter Zeit,

erscheint dann ein Ossifikationspunkt oder Knochenkern (s. I. Abt. S. 68 f.) von welchem aus die Verknöcherung fortschreitet. An den Röhrenknochen, bei welchen die Verhältnisse am übersichtlichsten sind, ist dies immer in der Mitte der Länge der Fall. Von ihm aus wird zuerst eine Knochenschale um den Schaft (Diaphyse) herum gebildet, während die beiden Enden (Epiphysen) noch knorpelig bleiben (I. Abt. Fig. 68). In diesen letzteren treten später ebenfalls Kerne auf, von welchen aus sie zu Knochen umgestaltet werden (*10*). Man sieht, daß die Knochenkerne in den einzelnen Knochen immer an denjenigen Stellen zuerst erscheinen, welche für die Funktion die wichtigsten sind (Julien 1892). Auch die Zeitfolge im Auftreten der Knochenkerne des Skeletes im ganzen regelt sich offenbar nach dem funktionellen Bedürfnis, so daß diejenigen Knochen, welche am wenigsten mechanisch beansprucht werden, zuletzt den widerstandskräftigen Knochen mit dem weicheren Knorpel vertauschen und umgekehrt. Diaphysen und Epiphysen bleiben durch unverknöcherte Knorpelplatten von einander getrennt (*11*); von ihnen geht das Längenwachstum aus (s. I. Abt. S. 70), solange ein solches noch möglich ist; bei seinem Abschluß verknöchern auch sie. Apophysen (s. unten) besitzen meist ihre eigenen kleinen Knochenkerne, welche sich erst spät mit dem übrigen Knochen zu vereinigen pflegen.

Bei anders gestalteten Knochen geht die Verknöcherung in ähnlicher, den speziellen Verhältnissen angepaßter Weise vor sich.

Am Schädel findet man Knochen, deren Entwickelung von der der übrigen Skeletknochen abweicht. Einige besitzen zwar ein knorpeliges Modell, treten aber nicht unter dessen Vernichtung an seine Stelle, sondern sind ihm als rein periostal entstehende Gebilde aufgelagert; erst in der Folge schwindet dann der Knorpel mehr oder weniger vollständig. Andere haben überhaupt keinen knorpeligen Vorläufer, sondern entstehen ohne einen solchen im Bindegewebe (I. Abt. S. 68). Man nennt sie Hautknochen oder Deck- oder Belegknochen.

Die Knochen von Neugeborenen und gar die von Feten weichen nicht nur in den Größendimensionen, sondern auch in ihrer äußeren Gestalt oft bedeutend von denen des Erwachsenen ab (*264–281*). Die Vorgänge der Apposition auf der einen, der Resorption auf der anderen Seite haben im Laufe der Jugend die Aufgabe, die definitive Gestalt zu modellieren.

Eine praktisch überaus wichtige Tätigkeit des knochenbildenden Gewebes ist die Regeneration. Nach Frakturen und anderen Verletzungen des Knochens erfolgt dieselbe durch Wucherung der im Periost und Mark vorhandenen Osteoblasten und es entsteht eine spongiös gebaute Auftreibung des Knochens, der Callus (*12*), welcher die Bruchenden vereinigt. An der Substantia corticalis der Röhrenknochen ist er meist umfangreich, an Knochen, welche im wesentlichen aus Substantia spongiosa bestehen, spärlich. In der Folge verschwinden die nicht mechanisch in Anspruch genommenen Teile des Callus und der geheilte Knochen kann sich nach längerer Zeit seiner ursprünglichen Form wieder so sehr nähern, daß man nur noch sehr wenig von der stattgehabten Verletzung wahrnimmt.

Auch das der Fraktur benachbarte Bindegewebe kann infolge des gesetzten Reizes zur Knochenbildung herangezogen werden. Unter pathologischen Umständen ist das Bindegewebe gelegentlich fähig, in weiter Ausdehnung Knochensubstanz zu bilden (Myositis ossificans).

Ausgebildete Knochen. Dieselben bestehen aus der eigentlichen Knochensubstanz, dem in seinen Hohlräumen befindlichen Knochenmark, den hyalinen

Gelenkknorpeln, welche den spärlichen Rest der ursprünglichen Knorpelanlage darstellen und dem deckenden Periost. Diese Bauelemente sind sämtlich im histologischen Teil beschrieben worden. Die Blutversorgung der Knochen ist in zwei Bezirke zu teilen, in die Gefäße der eigentlichen Knochensubstanz und in die des Knochenmarkes. Beide stehen jedoch in vielfachem Zusammenhang. Die Arterien der Knochensubstanz treten vom Periost aus in vielen kleinen Zweigen in dies System der Haversschen Kanälchen ein und bilden ein den ganzen Knochen durchziehendes Netz. Im Gegensatz dazu gehen die Gefäße des Markes aus einer einzigen oder doch nur wenigen Arterien hervor, welche in einem oder einigen Kanälen, Canales nutricii (*13*), den Knochen durchsetzen, um in das Mark zu gelangen. Sie sind ursprünglich die Arterien für die Knochenkerne, welche auf dem kürzesten Weg von der Oberfläche aus in diese eingedrungen waren. Wie die Knochenkerne es sind, so ist auch die Eintrittsstelle der Arterien in den Knochen konstant. Da die Diaphysen der langen Knochen an ihren beiden Enden meist eine verschiedene Wachstumsenergie zeigen, entstehen innere Verschiebungen des Knochens, welche die Kanäle zwingen, sich immer schiefer zu stellen. Im Mark selbst teilen sich die Arterien sogleich, um dasselbe nach allen Seiten hin zu versorgen (*14*). An den Röhrenknochen sind zwei Bezirke der Art. nutriciae zu unterscheiden, ein der Diaphyse und ein jeder Epiphyse angehöriger. Zu ihnen kommt oft noch ein dritter, welcher eine Anzahl kleiner, der Knochenfuge angehöriger Gefäße umfaßt (Lexer 1904).

Die austretenden Venen schließen sich an den Diaphysen den Arterien an, aus den spongiös gebauten Knochen treten sie durch zahlreiche weite Öffnungen heraus.

Die Lymphgefäße der Knochensubstanz verlaufen perivaskulär mit den Blutgefäßen.

Die Nerven der Knochen sind zahlreich, auch sie verlaufen mit den Blutgefäßen. Bei Knochenerkrankungen und Amputationen verursachen sie erhebliche Schmerzen.

Gestaltung des Skeletes. Skelet und Weichteile des Körpers werden bei der Entwickelung zu gleicher Zeit und in genauester Verbindung miteinander angelegt. Sie beeinflussen sich dabei gegenseitig auf das Innigste, so daß das eine ohne das andere gar nicht denkbar ist. Diese Zusammengehörigkeit spricht sich auch in der Ausbildung des Skeletes im ganzen und in der der Knochen im einzelnen so klar aus, daß es den Geologen oft gelingt, aus dem allein übrig gebliebenen Skelet längst ausgestorbener Tierarten auch die Weichteile derselben annähernd zu rekonstruieren. Mit der ganzen Form des Körpers sind auch dessen Proportionen (*1—4*) wiedergegeben und hat man nur einen einzigen der Röhrenknochen von Arm oder Bein, dann vermag man aus ihm sehr wohl einen Schluß auf die Körperlänge im ganzen zu ziehen (Manouvrier 1902).

Das Knochengerüst ist das eine Mal grazil, das andere Mal plump gebaut und zwar haben Angehörige wilder Völker grazilere und festere, solche zivilisierter Rassen im allgemeinen plumpere und weichere Knochen, ganz ähnlich wie man es auch bei wilden und domestizierten Tieren beobachtet.

Da das Skelet die Form des Körpers wiedergibt, müssen seine einzelnen Knochen auch dieser entsprechend gestaltet sein. In der Umgebung der großen Körperhöhlen sind sie platt, an den Extremitäten sind sie zumeist lang mit zylindrischer Grundform. Auch mechanische Gründe können neben den entwickelungsgeschichtlichen für die Knochenform maßgebend sein. In der Wirbelsäule, welche

sich als ein langer Stab nach verschiedenen Richtungen biegen soll, sind die sie aufbauenden Knochen kurz. Das gleiche ist der Fall an Hand- und Fußwurzel, welche den Einwirkungen des Druckes oder Muskelzuges nachzugeben, oder umgekehrt, Widerstand zu leisten haben. Fehlen solche mechanische Gründe, dann verwachsen die getrennt angelegten Stücke miteinander, wie es z. B. beim Hüftbein der Fall ist.

Die einzelnen Knochen lassen in ihrer feineren Modellierung die Beeinflussung durch Weichteile allenthalben erkennen; so werden durch sie bewirkt: Fortsätze (Processus), Vorsprünge (Apophysis), Höcker (Tuber, Tuberculum), Dornen (Spina), Firsten (Crista), Rauhigkeiten (Tuberositas). Eine Anzahl von ihnen, besonders die größeren, entsteht schon bei der ersten Entwickelung durch Vererbung, andere treten erst während der fortschreitenden Ausbildung des Knochengerüstes hervor, weshalb auch in der Jugend die Knochen weniger durchgearbeitet erscheinen wie später. Alle die genannten Hervorragungen stehen in Zusammenhang mit der Anheftung von bindegewebigen Gebilden, entweder Sehnen oder Bändern oder Fascien. Muskeln, welche sich ohne Vermittelung einer sichtbaren Sehne am Knochen anheften, verursachen keine Rauhigkeiten. Umgekehrt findet man auch Vertiefungen der Knochen, so sieht man Gruben (Fossa, Fovea), Eindrücke (Impressio), Furchen (Sulcus), Einschnitte (Incisura). Die Knochen können selbst Höhlungen (Cavum) zeigen. Die Vertiefungen werden durch verschiedene Organe hervorgebracht, welche dem Knochen anliegen, z. B. Gefäße, Nerven, Sehnen. In einigen Knochen des Schädels entstehen im Laufe der Jugendjahre luftführende (pneumatische) Höhlen, welche von Nase und Ohr ausgehen.

Elastizität, Festigkeit, Architektur des Knochens. Elastizität und Festigkeit des Knochens werden, wie erwähnt, durch die in ihm vorhandene Mischung von organischer und anorganischer Substanz bedingt. Seine Elastizität ist erheblich, besonders gilt dies für solche Skeletstücke, welche nach der Fläche gebogen sind, wie es am Rumpf und Schädel der Fall ist. Sie wird beim Skelet im ganzen erhöht durch Einschiebung von Knorpel oder durch das Zerfallen von größeren Skeletteilen in einzelne Stücke, welche, wenn auch oft nur minimal, gegeneinander verschieblich sind. Im Leben ist die Elastizität größer als es nach den Versuchen am toten Knochen scheinen könnte.

Die Zugfestigkeit des Knochens nähert sich der des Messings und Gußeisens, die Druckfestigkeit der des Schmiedeeisens (Rauber-Kopsch 1908). Die Festigkeit wird erhöht durch die Widerstandskraft des festen und mit elastischen Fasern versehenen Periostes.

Die Festigkeit des Knochens bei zugleich vorhandener größtmöglicher Leichtigkeit wird ganz besonders gewährleistet durch seine Architektur. Die Röhren der langen Knochen bestehen aus einer soliden und kräftigen Substantia compacta (*13*), in welcher bei geringem Gewicht doch eine bedeutende Festigkeit erzielt wird. Die Epiphysen, die kurzen und platten Knochen, bauen sich im Gegensatz dazu aus einer großen Zahl dünner Bälkchen und Plättchen, der Substantia spongiosa, auf, welche durch ihre Häufung ebenfalls eine große Haltbarkeit besitzen, wie man gleiches an jedem aus vielen dünnen Einzeldrähten bestehenden Drahtseil beobachten kann (*15—18*). Die meist engmaschige Spongiosa der platten Knochen wird als Diploe bezeichnet (*148*).

Würden die Spongiosabälkchen regellos durcheinander laufen, so könnte der beabsichtigte Effekt nicht erzielt werden, sie müssen vielmehr nach den Gesetzen der Statik und Mechanik orientiert sein, was durch die Studien von H. v. Meyer klargestellt wurde. Sie sind in großen Zügen durch das ganze Skelet hindurch bei allen Individuen in gleicher Weise angeordnet und es werden die Bälkchensysteme des einen Knochens von dem angrenzenden aufgenommen und weitergeführt (*15–18*). Die Substantia compacta stellt keine Unterbrechung der Systeme dar, sie kann vielmehr als eine Zusammendrängung von Spongiosabälkchen aufgefaßt werden; diese nehmen die Beanspruchung auf und übertragen sie auf die in der Substantia compacta gegebene Hauptstütze (Gebhardt 1910). Auch im Innern von solchen Knochen, welche im übrigen aus Spongiosa bestehen, kommt es gelegentlich zur Ausbildung von rundlichen oder länglichen Compactamassen, wenn es die statischen Verhältnisse verlangen. Man kann die ganze Architektur des Knochengerüstes mit den wenigen Worten zusammenfassen, daß durch eine sinnvolle Struktur mit einem möglichst geringen Aufwand an Material die größtmögliche Widerstandsfähigkeit den Einwirkungen des Zuges und Druckes gegenüber erreicht ist, gleichgültig, ob diese Einwirkungen äußere oder innere, d. h. im Körper selbst gelegene Ursachen haben, wie es vor allem der Muskelzug ist.

Werden die statischen Verhältnisse verändert, wie es bei schlecht geheilten Frakturen oder bei den Verbiegungen rachitischer Knochen der Fall sein kann, dann können sich auch die Zugrichtungen der Spongiosabälkchen in zweckentsprechender Weise umgestalten, was sich daraus erklärt, daß die mechanisch am meisten in Anspruch genommenen Teile des ganzen Systems hypertrophieren, die in Untätigkeit versetzten atrophisch werden.

Der Beschreibung der Knochen legt man mazerierte Präparate zugrunde, d. h. solche, bei welchen man durch Fäulnis oder durch Kochen oder sonstwie sämtliche Weichteile entfernt hat. Dabei wird, nicht ganz konsequent, nicht immer nur der Zustand des Skeletes im voll ausgebildeten Körper zugrunde gelegt, es wird vielmehr in einzelnen Fällen, besonders bei Beschreibung des Schädels und Beckens, auf den Jugendzustand zurückgegriffen.

Verbindungen der Knochen. Die Vereinigung der einzelnen Knochen zum Skelet wird in der einfachsten Weise in der Art bewirkt, daß die Knochenenden durch zwischen sie eingeschaltetes Bindegewebe, den Rest des ursprünglichen Bildungsgewebes, miteinander verbunden werden, während das Periost des einen Knochens sich über die Trennungsstelle hinweg kontinuierlich auf den anderen fortsetzt. So findet man es meist noch lebenslänglich bei den Fischen, so findet man es auch in der ersten Entwickelung der höheren Tiere und des Menschen. Die Fortbildung besteht darin, daß in der Verbindungsmasse der aneinander stoßenden Knochenenden eine Spalte entsteht, welche dieselben mehr oder weniger vollständig voneinander trennt. Die Entwickelung kann nach Bedürfnis früher oder später Halt machen und noch beim erwachsenen Menschen findet man alle Möglichkeiten von der primitivsten bis zur ausgebildetsten Form verwirklicht.

Das zwischen die Knochen eingelagerte Bindegewebe kann sehr spärlich sein, wie dies am Schädel der Fall ist. Dort stellt es die Nähte, Suturae, dar (*19*), welche wieder nach der Art des Ineinandergreifens der Knochen als einfache Aneinanderlagerungen, Harmonia, als Sutura serrata oder Sutura squamosa bezeichnet werden. Die Nähte dienen nicht der Verschiebung der einzelnen Knochen aneinander, sondern sind als die Stellen anzusehen, von welchen aus die Schädelknochen

wachsen. Soll eine Verschiebungsmöglichkeit der aneinander stoßenden Knochenenden vorhanden sein, dann muß sich zwischen sie eine größere Menge von Zwischengewebe einfügen. Man bezeichnet eine solche Verbindungsart als Fuge, Synarthrosis[1]) (*20*). Besteht eine solche nur aus Bindegewebe, dann nennt man sie Syndes mosis[2]), ist sie zu Knorpelgewebe umgewandelt, dann wird sie zur Synchondrosis[3]). Eine Mischung von Bindegewebe und Knorpel führt den Namen Fibrocartilago. Will man einen indifferenten Namen wählen, welcher die Struktur nicht berücksichtigt, dann spricht man von Symphysis[4]).

Wird die Heilung eines Knochenbruches gestört, dann können sich die beiden Bruchenden syndesmotisch miteinander verbinden (Pseudarthrose).

Bildet sich in einer Symphyse eine Spalte aus, dann entsteht eine Verbindung, welche Luschka als Halbgelenk bezeichnet hat. Die Spaltbildung kann individuell und nach dem Lebensalter wechseln, sie kann auch regelmäßig vorhanden sein.

An sie schließt sich das eigentliche Gelenk, Diarthrosis, an (*22*). Bei ihm ist stets eine Gelenkspalte vorhanden, in welcher sich die überknorpelten Knochenenden direkt berühren. Das bei den weniger weit fortgebildeten Verbindungen vorhandene bindegewebige Zwischengewebe ist vollständig geschwunden. Die Gelenkenden werden durch einen aus derberem Bindegewebe gebildeten Schlauch zusammengehalten, welcher jederseits in das Periost übergeht, die Gelenkkapsel[5]), Capsula articularis. Es ist klar, daß bei einer solchen Verbindung die Beweglichkeit der Knochen gegeneinander am freiesten sein muß, daß aber auf der anderen Seite die Festigkeit des Zusammenhaltes gefährdet ist. Diese Gefahr wird jedoch beseitigt durch die rein physikalischen Wirkungen der Adhäsion der Gelenkflächen aneinander und des Luftdruckes, welcher auf den allseitig geschlossenen Höhlen lastet. Dazu kommt noch der sehr wirksame Zug der das Gelenk umgebenden Muskeln, welcher die Gelenkflächen aneinander preßt und die Anspannung, welche die den Gelenken eigenen Bänder bei gewissen Stellungen erfahren.

Die Gelenkspalten erscheinen bei der Entwickelung sehr frühe; bei einem zehn Wochen alten Embryo sind sie sämtlich schon vorhanden (Fick 1904). Zu gleicher Zeit sind auch bereits die Gelenkkapseln zu erkennen.

Die Funktion der Gelenke besteht darin, die Knochen, welche sie miteinander verbinden, in bestimmter Weise zu bewegen. Hierzu ist folgendes nötig: 1. Die Gelenkenden der Knochen müssen eine zweckentsprechende Form besitzen. 2. Die Kapseln müssen den für die Bewegungen notwendigen Spielraum lassen. 3. Die Kapseln müssen so fest sein, daß sie einwirkenden Gewalten, welche unzweckmäßige Verschiebungen herbeizuführen streben, erfolgreich Widerstand leisten. Dazu kommt noch, daß die Muskeln, welche die normalen Bewegungen bewirken, bei ihrem Verlauf über die Gelenke hin häufig zu ihnen in nähere Beziehung treten.

Was zuerst die Formen der Gelenkenden betrifft, so sind dieselben für jeden Einzelfall speziell gestaltet und man kann sagen, daß nicht zwei Gelenke des Körpers ganz genau die gleiche Bildung zeigen. Die Formen entstehen durch Vererbung sehr frühe und lassen sich schon erkennen, ehe die Gelenkspalten erschienen sind. Freilich sind sie anfänglich nur im allgemeinen angelegt und bedürfen noch

---

[1]) *ἄρθρον* Gelenk.
[2]) *σύνδεσμος* Verbindungsband.
[3]) *χόνδρος* Knorpel.
[4]) *συμφύω* zusammenwachsen.
[5]) Kapselband.

einer genaueren Modellierung, welche im späteren Fetalleben und noch nach der Geburt durch die Tätigkeit der auf das einzelne Gelenk wirkenden Muskeln bewirkt wird.

Wenn aber erste Entwickelung und spätere Ausarbeitung zusammenwirken, um die Gelenke zu formen, dann versteht man, daß bei aller Übereinstimmung im ganzen und großen bei den verschiedenen Menschen doch kleine Abweichungen vorhanden sind, welche den Bewegungen oft ein überraschend individuelles Gepräge geben. Wie charakteristisch ist oft der Gang oder die Bewegung der Hände und wie treu vererben sie sich von den Eltern auf die Kinder. Auch Bewegungen, welche gewohnheitsgemäß immer wiederholt werden, wie es bei gewissen Gewerben nötig ist, können die gebrauchten Gelenke einigermaßen modifizieren. Selbst pathologische Vorkommnisse, wie die Lähmung einzelner Muskeln oder Muskelgruppen, üben ihren Einfluß auf die Gestaltung der Gelenkenden aus.

Die Einteilung der Gelenke berücksichtigt außer der Form auch noch andere Gesichtspunkte; zuerst die Zahl der artikulierenden Knochen. Sind ihrer zwei in einem Gelenk vereinigt, dann nennt man dies ein einfaches Gelenk. Werden mehr als zwei Knochenenden von einer Kapsel umschlossen, dann spricht man von einem zusammengesetzten Gelenk, gleichgültig, ob dasselbe eine einfache Höhle besitzt oder durch Scheidewände in zwei oder mehr Höhlen geteilt wird.

Sodann unterscheidet man nach dem Grad der Beweglichkeit straffe Gelenke[1]), welche wenig oder gar nicht beweglich sind, und bewegliche Gelenke. Die Gelenkflächen der straffen Gelenke sind meist von planer Form und von nahezu gleichem Umfang, was eine ausgiebigere Verschiebung verhindert (*21*). Die beweglichen Gelenke zeigen eine wechselnde Form und ihre Gelenkflächen sind von verschiedenem Umfang, was eine mehr oder weniger große Verschiebung gestattet. Bei den beweglichen Gelenken ist in der überwiegenden Zahl der Fälle das eine Knochenende zu einem Gelenkkopf, Caput, Condylus[2]) gerundet, das andere zu einer Gelenkpfanne, Fossa glenoidalis[3]) gehöhlt (*22*). Man unterscheidet sie nach gedachten Achsen, um welche sie sich zu drehen vermögen in verschiedene Unterabteilungen.

a) Einachsige Gelenke.

Winkelgelenk, Ginglymus[4]). Der Gelenkkopf ist ein Teil einer zylindrischen Walze, welche im rechten Winkel zur Längsachse des Knochens orientiert ist. Sie greift in eine entsprechend gekrümmte Pfanne ein. Beispiel: Fingergelenke. Es gibt auch ähnlich gebaute Gelenke, deren Achse nicht quer, sondern schräg gestellt ist.

Schraubengelenk, Articulatio cochlearis. Ähnlich dem vorigen, nur sind die Gelenkflächen nicht walzen-, sondern schraubenförmig gestaltet. Beispiel: Ellbogengelenk. Es kommt auch ein Schraubengelenk mit längsgestellter Achse vor, das Atlas-Zahngelenk.

Rollgelenk, Articulatio trochoidea[5]). Ähnlich dem Winkelgelenk, nur ist die Gelenkachse der Längsachse der artikulierenden Knochen parallel gestellt. Bei

[1]) Die Bezeichnung Amphiarthrosis für dieselben wird besser vermieden, weil er in der französischen Literatur in anderer Bedeutung gebraucht wird.

[2]) *κόνδυλος* rundlicher Gelenkkopf.

[3]) *γλήνη* flache Gelenkgrube.

[4]) Scharniergelenk, Gewerbegelenk. *γίγγλυμος* Türangel.

[5]) Radgelenk, Rotationsgelenk, Rotatio.

ihm wird die Pfanne meist durch Bänder zu einem Ring vervollständigt, in welchem sich der Kopf dreht. Das Gelenk gleicht daher einer Türangel mehr als der Ginglymus. Beispiel: Proximales Radioulnargelenk.

b) Zweiachsige Gelenke.

Eigelenk, Articulatio elliptica[1]). Der Kopf dreht sich in der Pfanne um die lange und kurze Achse des Ellipsoids. Durch Kombinationen der beiden Bewegungsmöglichkeiten wird das Gelenk zu einem sehr freien. Beispiel: Radiocarpalgelenk.

Sattelgelenk, Articulatio sellaris. Beide Gelenkflächen sind einander entsprechend, nach der einen Richtung konvex, nach der anderen konkav gekrümmt. Sie greifen so zusammen, als wenn man die Sitzflächen zweier Sättel kreuzweise aufeinander legte. Beispiel: Daumencarpalgelenk.

c) Mehrachsige Gelenke.

Kugelgelenk, Articulatio sphaerica[2]). Der Kopf entspricht einer Vollkugel, die Pfanne dem Abschnitt einer Kugelschale. Beispiel: Schultergelenk.

Wird der Gelenkkopf über seinen Äquator hinaus von der Pfanne umschlossen, dann entsteht das Nußgelenk, Enarthrosis. Beispiel: Hüftgelenk.

Die Kapseln, welche die Gelenke umschließen, müssen so viel Spielraum geben, daß sich die durch die Form der Gelenkflächen vorgeschriebenen Bewegungen vollziehen können. Bei den um mehrere Achsen beweglichen Gelenken stellen sie daher eine schlaffe Röhre dar, welche sich je nach der Stellung der Gelenkenden an der einen Stelle spannt, an der anderen faltet. Bei einachsigen Gelenken ist die Kapsel nur an den Stellen weit und nachgiebig, wo es die Bewegung verlangt. An den beiden Seiten, an welchen die gedachte Achse aus dem Gelenk austritt, ist sie straff. Ergüsse drängen die Kapsel an den weitesten Stellen vor, verhindern dadurch eine freie Bewegung und zwingen das Gelenk, in einer Mittelstellung zu verharren.

Die Gelenkkapseln sind an sich nicht stark, sie werden aber an vielen Stellen durch Bänderzüge, Hilfsbänder[3]), Ligamenta accessoria, verstärkt (z. B. *218*), welche nicht selten eine beträchtliche Mächtigkeit erreichen. Entweder sind dieselben so fest mit der Kapsel verwebt, daß es Mühe macht, sie von ihr zu unterscheiden, oder sie verlaufen mehr oder weniger isoliert. Sie erhöhen die Festigkeit der Kapseln und sichern durch ihre Lage zugleich den physiologischen Ablauf der Bewegungen. Dadurch, daß sie sich bei gewissen Stellungen spannen, hemmen sie aber auch diese Bewegungen und zwar schon früher als es die Form der Gelenkflächen selbst tun würde. Forcierte Bewegungen können sie daher zur Zerreißung bringen.

Die Festigkeit der Gelenke wird an vielen Stellen erhöht durch Muskeln, welche über sie hinziehen und sich dabei der Kapsel innig anlegen, noch mehr aber durch Muskelsehnen, welche sich mit der Kapsel verweben und ihr dadurch die Dienste von Bändern leisten, auch in manchen Fällen als solche beschrieben werden. Die Bewegungen der zu diesen Sehnen gehörigen Muskeln zwingen zugleich die Kapsel, sich jedesmal in zweckmäßiger Weise zu falten, nicht zu spannen, was in dem für solche Muskeln allgemein gebrauchten Namen „Kapselspanner" zu liegen scheint.

---

[1]) Knopfgelenk. Articulus ovalis, Articulatio ellipsoidea. Condylarthrosis.

[2]) In der deutschen Literatur gewöhnlich als Arthrodia benannt, eine Bezeichnung, welche in der Literatur anderer Nationen für unsere Amphiarthrose (s. oben) gebraucht wird. Syn. Articulus globoideus, Fick. Enarthrosis.

[3]) Haftbänder, Verstärkungsbänder.

Bau der Gelenke. Der die Gelenkenden deckende Knorpel ist mit ganz seltenen Ausnahmen hyalin. Seine Dicke ist in den einzelnen Gelenken sehr verschieden und man findet, daß gut aufeinander passende Knochenenden meist einen dünneren Knorpelüberzug haben, als schlecht passende (Braune und Fischer 1896). Bei ihnen wirkt die große Elastizität des Knorpels ausgleichend. Die freie Oberfläche der Gelenkknorpel ist für die Betrachtung mit bloßem Auge glatt, mikroskopisch zeigt sie Zeichen von Abnutzung. Gegen den Knochen hin gleicht der Knorpel die kleinen Unregelmäßigkeiten an dessen Oberfläche aus. Manche Gelenkpfannen werden durch Anfügung von faserknorpeligen Gelenklippen, Labrum glenoidale[1]), (z. B. *217*) vergrößert. Dieselben gehen entweder ohne scharfe Grenze in die Kapsel und Gelenkfläche über oder sind durch eine Furche abgesetzt. Sie schließen die Gelenkpfannen ventilartig ab. Sind die Gelenkflächen inkongruent, dann schiebt sich zwischen sie ein von der Kapsel ausgehender Keil faserig-knorpeligen Gewebes ein, Discus oder Meniscus articularis[2]) (*23*), ein Rest des ursprünglichen Bildungsgewebes. In einer Anzahl von Fällen bleibt das Zwischengewebe zwischen beiden Gelenkenden in voller Ausdehnung erhalten, wodurch die Gelenkhöhle in zwei ganz voneinander getrennte Kammern geteilt wird. Die Bandscheiben besitzen eine für die Funktion des Gelenkes wichtige Bedeutung.

Auch kleinere Reste des ursprünglichen Bildungsgewebes können in den Kapselraum hineinragen als mehr oder weniger große, oft fetthaltige Falten, Plica synoviales[3]) (*22*), oder als Zotten, Villi synoviales[4]) (*24*). Diese letzteren sind oft so klein, daß man sie mit bloßem Auge kaum sieht.

Die Kapsel selbst besteht aus einer dünnen Innenschichte (Intima)[5]), welche sich bis zum Gelenkknorpel erstreckt, welchen sie frei läßt. An ihrer Oberfläche besitzt sie keinen Epithelüberzug (Hammar, H. Braun 1894). Sie ist, besonders nach der Gelenkhöhle zu, zellenreich. Die erwähnten Falten und Zotten gehen von der Innenhaut aus. Nach außen von ihr folgt eine faserreiche und zellenärmere Bindegewebsschichte, Stratum fibrosum. An Stellen der Kapsel, an welchen die Intima nicht von dem Stratum fibrosum gedeckt wird, ist sie schwach und kann sich zu kleineren oder größeren Säckchen ausstülpen. Dies geschieht besonders bei pathologischen Ergüssen in die Gelenke. Erfolgt bei solchen ein Durchbruch der Kapsel, dann geschieht dies in der Regel an solchen schwachen Stellen.

Die Schleimbeutel, Bursae synoviales, welche an größeren Gelenken oft als geräumige Ausstülpungen der Gelenkhöhle erscheinen, gehören in Wahrheit nicht den Gelenken an, sondern den über sie hinziehenden Muskeln. Sie sind erst sekundär mit ersteren in Verbindung getreten.

Die Hilfsbänder bestehen zumeist aus sehnenähnlich angeordneten Bindegewebszügen. Sie sind dementsprechend sehr fest und so widerstandskräftig, daß bei Zerrungen manchmal eher der Knochen bricht oder vom Band abreißt, ehe dieses selbst eine Kontinuitätstrennung erfährt. Infolge ihrer Struktur sind die Bänder wenig elastisch, weshalb sie bei Überdehnung leicht schlaff werden und ihren Dienst dann für längere Zeit nicht mehr in genügender Weise verrichten.

[1]) Limbus cartilagineus. Annulus fibrocartilagineus.
[2]) Fibrocartilago intercalaris, Fick.
[3]) Plicae articulares (Fick), Pl. serosae (Triepel), adiposae, vasculares. Ligamenta mucosa.
[4]) Villi intraarticulares, Fick; Villi serosae, Triepel.
[5]) Synovialmembran, Stratum synoviale. Stratum serosum, Triepel.

Die Blutversorgung der Gelenke ist eine reiche; sie wird dadurch sorgfältig geregelt, daß die sämtlichen, an dem Gelenk vorbei ziehenden Arterien Äste absenden, welche durch Anastomosen zu einem Netz, Rete articulare, zusammentreten. Von ihm aus dringen Zweige in die Kapsel ein, wo sie besonders die Intima reichlich mit Blut versorgen. Diese Haut ist es deshalb auch, welche von Entzündungen am schwersten betroffen wird.

Die feinen Nervenfäden, welche an die Gelenke herantreten, werden von denjenigen Stämmen abgegeben, welche die auf das Gelenk wirkenden Muskeln versorgen. In der unmittelbaren Umgebung der Kapsel und in der Intima endigen viele von ihnen mit Kolbenkörperchen. Sie sind für das Allgemeingefühl von großer Bedeutung.

Die Gelenkhöhle besteht in der Norm nur aus einer schmalen Spalte[1]). Die Gelenkenden liegen unmittelbar aufeinander, sie werden durch eine dünne Schichte von Gelenkschmiere, Synovia[2]), verbunden, einer gelblichen, zähen und fadenziehenden Flüssigkeit, welche ein Transsudat der Gelenkwand darstellt (Gerken 1895) und eine große Menge von verflüssigten Abnützungsprodukten der Wände des Gelenkes enthält (Hammar 1894). Ihre ganze Beschaffenheit befördert die Adhäsion der Gelenkenden aneinander. An diese letzteren wird von den Seiten her auch die Kapsel, wie schon erwähnt, durch die auf ihr liegenden Bänder, den Druck der über sie hinziehenden Muskeln (S. 10) und den auf ihr lastenden Luftdruck angepreßt. Zieht man die Knochen auseinander, dann drängt der Luftdruck die Kapsel ein wenig in das Innere des Gelenkes hinein und man sieht an der Stelle der Gelenkspalte eine leichte Einziehung (Gelenklinie) entstehen, welche dem Operateur bei der Eröffnung des Gelenkes einen erwünschten Wegweiser darstellt. Erst wenn ein pathologischer Erguß von Flüssigkeit in das Gelenk hinein stattgefunden hat, erweitert sich die Kapsel. Die Resorptionseinrichtungen der Intima sind wenig ausgebildet, und will man rasches Verschwinden eines Ergusses erzielen, dann muß man ihn mit Massage in das umgebende Gewebe und die in ihm enthaltenen Lymphgefäße hineinzupressen versuchen. Ist bei einer Verletzung die Intima gerissen, wodurch die Abflußwege weiter geöffnet werden, dann geht das Verschwinden eines Ergusses rascher vor sich.

Die sehr verschieden gestaltete Ebene, welche die Gelenkspalten der einzelnen Gelenke darstellt, wird Artikulationsebene genannt.

Membranae interosseae und Ligg. propria. Es gibt auch Bänder, welche mit Gelenken nichts zu tun haben, welche vielmehr als häutig gebliebene Vervollständigungen des knöchernen Skeletes anzusehen sind. Spannen sie sich zwischen zwei verschiedenen Knochen aus, dann nennt man sie Membranae interosseae (z. B. *236*), vereinigen sie verschiedene Punkte eines und desselben Knochens miteinander, dann heißen sie Ligg. propria (z. B. *170*). Wie sehr die letzteren als Teile des Skeletes anzusehen sind, geht daraus hervor, daß sie außerordentlich geneigt sind, sich teilweise oder ganz in Knochensubstanz umzuwandeln.

Der Bandapparat des ganzen Körpers steht in engstem Zusammenhang mit dem Verhalten des Bindesubstanzsystems im ganzen. Man findet deshalb die Bänder das eine Mal schwach und leicht verletzlich, das andere Mal kräftig und stark. Aber

[1]) In den Figg. 21, 22 und 23 des Atlas sind die Gelenkspalten zu weit gezeichnet, um sie deutlich sichtbar zu machen.

[2]) Humor articularis, Fick; Serum articulare, Triepel.

auch im einzelnen sind die Bänderzüge von der individuellen Ausbildung des Bewegungsapparates abhängig, woher es kommt, daß einmal ein Bänderzug stark, ein andermal schwach ausgebildet ist und es kommen genug Fälle vor, in welchen es dem subjektiven Ermessen des Beschreibers überlassen bleiben muß, ob er ein Band für physiologisch oder morphologisch wichtig genug hält, um es mit einem eigenen Namen zu benennen. Ein Blick in die Beschreibungen der verschiedenen Autoren gibt davon beredtes Zeugnis.

Die Einteilung des Skeletes schließt sich, wie dies selbstverständlich ist, auf das engste an die Einteilung des ganzen Körpers an. Man hat demgemäß das Skelet des Stammes und der Extremitäten und an ersterem wieder Rumpfskelet und Schädel zu unterscheiden. Die Beschreibung ist also in folgende Abschnitte zu teilen.

I. Rumpfskelet.
II. Schädel.
III. Extremitäten.

# I. Rumpfskelet.

Den Rumpf durchzieht der Länge nach ein Achsenstab, an welchen sich die bogenförmigen Stützen des Neuralrohres und Visceralrohres anschließen, erstere an seiner dorsalen, letztere an seiner ventralen Seite. Da der Umfang des Visceralrohres ganz bedeutend größer ist, wie der des Neuralrohres, so liegt der Achsenstab nicht im Centrum des Körperquerschnittes, sondern ist bedeutend nach der dorsalen Seite hin verschoben (Fig. 1). Sämtliche Teile des Rumpfskeletes sind segmental gegliedert, wenn sich auch die Gliederung nicht allenthalben lebenslänglich erhält. Sie werden durch Weichteile zu einem Ganzen verbunden. Während das Neuralrohr, mit Ausnahme seines alleruntersten Abschnittes, knöchern geschützt ist, erweist sich das Skelet des Visceralrohres nur in seinem Mittelteil so vollständig, wie es das Schema (Fig. 1) darstellt, weiter oben und weiter unten ist es rudimentär gebildet.

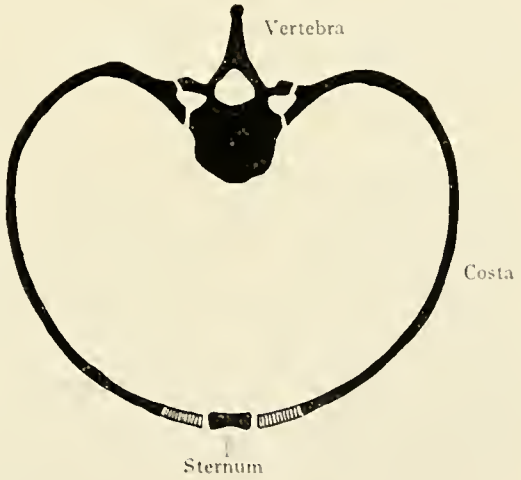



Fig. 1.
Schematischer Querschnitt des Rumpfskelets.

Die Bogen des Neuralrohres sind beim erwachsenen Menschen allenthalben mit dem Achsenstab knöchern verbunden, bei den Bogen des Visceralrohres ist dies, soweit sie zu voller Ausbildung gekommen sind, nicht der Fall; sie zerfallen sogar selbst wieder in zwei symmetrische Teile und ein vorderes unpaariges Mittelstück (Fig. 1). Sind sie rudimentär geblieben, dann treten sie im Laufe der Entwickelung mit dem Achsenstab in knöchernen Zusammenhang.

Die segmentalen Teile des Achsenstabes mit denjenigen Teilen der Bogen, welche knöchern mit ihnen vereinigt sind, und mit den Gelenk- und Muskelfortsätzen, welche von ihnen ausgehen, bezeichnet man als Wirbel, Vertebrae. Sie schichten sich aufeinander zur Wirbelsäule, Columna vertebralis. Die symmetrischen Teile des Visceralrohres sind die Rippen, Costae, das unpaarige Mittelstück ist das Brustbein, Sternum. Die mittleren Wirbel, die Rippen und das Brustbein vereinigen sich zum Brustkorb, Thorax.

## 1. Wirbelsäule, Columna vertebralis[1]).

Die Wirbelsäule zerfällt in 33 bis 35 einzelne Wirbel, deren Mehrzahl beim Embryo, selbst noch beim Neugeborenen, in ihrer Form noch recht gleichartig erscheint. Im Laufe der Jugendentwickelung aber bilden sich im Zusammenhang mit der Verschiedenheit der Funktion im einzelnen nicht ganz unbeträchtliche Verschiedenheiten aus, welche es nötig machen, größere Abteilungen voneinander zu trennen, welche es sogar erlauben, die Ordnungszahl einer Anzahl von Wirbeln, auch wenn man sie einzeln vor sich hat, zu bestimmen. Man unterscheidet sieben Halswirbel, Vertebrae cervicales[2]), zwölf Brustwirbel, Vertebrae thoracicae[3]), fünf Lendenwirbel, Vertebrae lumbares[4]), fünf Kreuzwirbel, Vertebrae sacrales, und vier bis sechs Steißwirbel, Vertebrae coccygeae[5]). Die Kreuzwirbel des Erwachsenen sind miteinander knöchern verbunden, die Steißwirbel sind rudimentär geblieben; dies hat Anlaß gegeben, die beiden Gruppen als falsche Wirbel, Vertebrae spuriae, von den übrigen, den wahren Wirbeln, Vertebrae verae, zu unterscheiden. In der Reihe der letzteren trennt man wieder die beiden obersten, welche den Bewegungen des Kopfes dienen und zu diesem Zweck in bemerkenswerter Weise umgestaltet sind, als Drehwirbel von den übrigen, welche man Beugewirbel nennt, da sie die Beugungen des Rumpfes besorgen.

### a) Beugewirbel.

Ein typischer Wirbel besteht aus dem Wirbelkörper, Corpus vertebrae, und dem Wirbelbogen, Arcus vertebrae. Der erstere ist der dem Einzelwirbel zugehörige Teil des Achsenstabes, der letztere der dem Einzelwirbel zugehörige Teil der Umschließung des Neuralrohres (*26*). Beide umgeben im Verein das Wirbelloch, Foramen vertebrale, den dem Einzelwirbel zugehörigen Teil des Wirbelkanales, Canalis vertebralis, welcher das Rückenmark beherbergt. Der Wirbelkörper ist an seiner oberen und unteren, den benachbarten Wirbeln zugekehrten Fläche plan, an seiner vorderen und seitlichen Fläche, welche sich dem Visceralrohr zuwendet, konkav geschweift (*25*). Seine hintere, in den Wirbelkanal sehende Fläche ist entweder plan oder bildet eine flache Längsrinne.

Der Wirbelbogen geht vom Körper mit einem gerundeten Stück ab, der Bogenwurzel, Radix arcus vertebrae. Da sie niederer ist als der Körper, so bleibt an ihrer oberen und unteren Seite ein Ausschnitt, Incisura vertebralis super. und

[1]) Columna spinalis, Spina dorsalis.
[2]) Vert. colli.
[3]) Rückenwirbel. Vert. thoracales, Vert. dorsales.
[4]) Bauchwirbel, Vert. lumbales, Vert. abdominales.
[5]) Schwanzwirbel, Vert. coccygicae, Triepel, caudales.

infer.; er legt sich mit dem benachbarten Ausschnitt des nächsten Wirbels zu dem Zwischenwirbelloch, Foramen intervertebrale, zusammen (*35*), durch welches die Spinalnerven den Wirbelkanal verlassen. Jenseits der Incisur erhöht sich der Bogen beträchtlich, indem er dort die Gelenkfortsätze, Processus articulares[1]), superior und inferior (*25, 28, 32*) trägt, welche mit den gleichen Fortsätzen des nächstoberen und nächstunteren Wirbels ein Gelenk zu bilden bestimmt sind. Von der gleichen Stelle des Bogens, welche die Gelenkfortsätze absendet, geht auch der Querfortsatz, Processus transversus (*26*), ab. Die Stelle des Bogens, an welcher die drei Fortsätze abgehen, kann man die seitlichen Massen, Massae laterales (*26*), nennen. Hinter ihnen folgt der Bogenschluß, welcher von seinem hinteren Umfang in der Medianlinie den unpaarigen Dornfortsatz, Processus spinosus (*25, 26*), absendet. Die dem Wirbelkanal zugewendete Fläche des Bogenschlusses ist in der Art schräg gestellt, daß der untere Umfang des Wirbelloches jedesmal weiter ist, als der obere. Die Spitze des Dornfortsatzes steht nicht immer ganz genau in der Medianebene, sie kann aus ihr nach der einen oder anderen Seite etwas abgebogen sein.

Es wird nun zu untersuchen sein, inwieweit die einzelnen Wirbelgruppen dem Typus entsprechen oder von ihm abweichen.

*a*) Brustwirbel, Vertebrae thoracicae[2]) (*25, 26, 27*). Da das Rumpfskelet im Bereich des Brustkorbes am vollkommensten ausgebildet ist, stehen auch die Brustwirbel dem Grundtypus am nächsten. Doch ist ihre Form nur im Mittelteil der Brustregion ganz unbeeinflußt, höher oben und weiter unten bietet sie Übergänge zu den Formen der benachbarten Wirbelgruppen. Die Wirbelkörper nehmen von oben nach unten stets im vertikalen und im sagittalen Durchmesser zu (*47*), während der transversale an den mittleren Brustwirbeln sich nicht vergrößert. Diese zeigen an ihrem vorderen Umfang eine mehr oder weniger deutlich vortretende kielförmige Zuschärfung, so daß ihre Endflächen oft deutlich dreiseitig gestaltet sind. Entsprechend der nach vorne konkaven Krümmung der Brustwirbelsäule im ganzen sind die Endflächen nach vorne leicht gegeneinander geneigt.

An der hinteren Ecke, zunächst der Wurzel des Bogens, tragen die Brustwirbelkörper jederseits oben und unten je eine halbe Gelenkgrube, Fovea costalis superior und inferior (*25*). Die einander entsprechenden Gruben zweier Wirbel setzen sich nebst der zwischen ihnen liegenden Bandscheibe zu einer ganzen Pfanne zusammen, mit welcher das entsprechende Rippenköpfchen articuliert. Da der letzte Halswirbel in der Regel sich nicht an der Herstellung der Pfanne für die oberste Rippe beteiligt, so trägt der erste Brustwirbelkörper oben eine ganze Pfanne. Nach den unteren Brustwirbeln hin weicht die obere Halbpfanne immer weiter bis auf die Wurzel des Bogens zurück, und es wird der obere Teil der Gesamtgelenkfläche immer kleiner, der untere größer. An den beiden letzten Brustwirbelkörpern rückt sie ganz auf deren Seitenfläche, so daß diese je eine einzige Pfanne für die elfte und zwölfte Rippe tragen (*35*).

Die Wurzeln der Bogen sind an den Brustwirbeln sagittal gestellt. Sie gehen vom oberen Teil des Wirbelkörpers ab, so daß die Incisura super. erheblich flacher ist, als die Incisura infer. Richtige Gelenkfortsätze tragen sie nur oben. Ihre Gelenkflächen sind fast kreisrund, sie neigen sich schräg von oben und vorn nach hinten

[1]) Processus obliqui.
[2]) Vertebrae dorsales.

und unten. Die entsprechenden unteren Gelenkflächen sind nur Facetten auf der gegen den Wirbelkanal hin stehenden Vorderfläche der Bogen.

Der obere Gelenkfortsatz des ersten Brustwirbels gleicht schon vollständig dem der Halswirbel, der untere des zwölften dem der Bauchwirbel.

Die Querfortsätze sind kräftig. Sie gehen von den seitlichen Massen schräg nach hinten ab. Im einzelnen wird ihre Ausbildung durch ihre Doppelfunktion als Stützen für die Rippen und als Muskelansatzpunkte beeinflußt. Je länger die an einem Querfortsatz befestigte Rippe ist, um so länger und stärker wird auch der Querfortsatz, um so mehr ist er nach hinten abgebogen. Der Rippenhöcker stemmt sich gegen eine kreisrunde, schwach vertiefte Gelenkfläche, Fovea costalis proc. transv., welche die Vorderseite der Spitze des Querfortsatzes einnimmt. Die beiden letzten rudimentär ausgebildeten Rippen stehen mit den Querfortsätzen der entsprechenden Wirbel nicht mehr durch Gelenke, sondern nur durch Syndesmose in Zusammenhang; deshalb ist auch der des elften Brustwirbels nur kurz, der des zwölften kommt so gut wie gar nicht mehr zur Entwickelung (*35*).

Als Muskelansatz dient eine Rauhigkeit, Tuberositas processus transversi (*25*, *26*), welche sich vom hinteren Umfang der Spitze des Querfortsatzes an seinem oberen Rand nach seiner Wurzel hinzieht. Im Zusammenhang mit der stärkeren Ausbildung der Rückenmuskulatur nach unten hin nimmt besonders der Teil der Rauhigkeit an Größe und Umfang zu, welcher nach der Wurzel des Querfortsatzes hingeht. Auch an den letzten beiden Brustwirbeln, wo der Querfortsatz so wenig ausgebildet ist, kann die Rauhigkeit nicht entbehrt werden, am zwölften Brustwirbel bleibt sogar vom Querfortsatz außer einem ganz unbedeutenden seitlichen Höckerchen nichts weiter übrig wie die Tuberosität, welche jetzt bis auf die Gegend der Gelenkfortsätze sich zurückgezogen hat. Sie hat sich dabei, ihrer ansehnlichen Ausbildung entsprechend, in zwei Höcker geteilt, welche man nun als Processus mamillaris und Pr. accessorius bezeichnet (*35*).

Die langen Dornfortsätze der Brustwirbel sind dreiseitig prismatisch mit einer oberen Kante und unteren, schwach gehöhlten Fläche. An den mittleren Brustwirbeln sind sie stark abwärts geneigt und decken sich dachziegelförmig. Nach oben und unten richten sie sich immer mehr auf und gleichen auch in ihrer Form immer mehr einerseits den Dornen der Halswirbel, andererseits denen der Bauchwirbel.

*β*) Halswirbel, Vertebrae cervicales[1]) (*28*, *29*, *30*). Von ihnen sind einstweilen nur die fünf unteren zu betrachten, da die beiden obersten als Drehwirbel nachher für sich zu besprechen sein werden. Der Körper der Halswirbel nimmt nach oben immer mehr an Volumen ab. Er besitzt querelliptische Endflächen, von welchen die obere in transversaler, die untere in sagittaler Richtung konkav ist. Die einander zugewandten Flächen zweier Wirbelkörper liegen so aufeinander, wie zwei Hände beim Handschlag. Der Wirbelkanal ist im Bereich der Halswirbel besonders geräumig; bei der Kleinheit der Wirbelkörper sind deshalb die Wurzeln der Bogen gezwungen, stark seitwärts abzuweichen, um ihn umfassen zu können. Die Gelenkfortsätze ragen nur wenig hervor. Die verhältnismäßig großen rundlichen Gelenkflächen sind so gestellt, daß sich die Artikulationsebene nach dem Schädel zu immer mehr nach vorn neigt.

[1]) Vertebrae colli.

Die Querfortsätze bestehen aus zwei Elementen, dem echten Querfortsatz und dem Rudiment einer mit dem Wirbel verwachsenen Rippe (Processus costarius) (*30*). Der erstere entspringt an der ihm zukommenden Stelle zwischen den Querfortsätzen, der letztere an der Stelle des Körpers, gegen welche sich bei den Brustwirbeln das Rippenköpfchen anstemmt. Beide Fortsätze fassen ein Loch zwischen sich, das Foramen transversarium, durch welches vom sechsten Halswirbel ab die Art. vertebralis zum Schädel aufsteigt. Am lateralen Umfang des Loches, da wo der Höcker der freien Rippen mit der Spitze des Querfortsatzes der Brustwirbel verbunden ist, fließen die beiden Fortsätze zusammen. Ihre Spitzen treten am seitlichen Ende des Querfortsatzes als Tuberculum anterius und posterius eckig vor. Nur am Querfortsatz des siebenten Halswirbels fehlt die vordere Ecke, was sich daraus erklärt, daß hier die Art. vertebralis über den Processus costarius hinzieht, um in das Querfortsatzloch des sechsten Halswirbels zu gelangen (*31*). Die obere Fläche des Querfortsatzes des dritten bis sechsten Halswirbels ist dadurch, daß sich der Proc. costarius etwas nach oben umlegt, rinnenförmig vertieft, um den aus dem Wirbelkanal austretenden Nerven aufzunehmen (*28, 29*).

Die Dornfortsätze der Halswirbel sind kurz, oben konvex und mit einer Firste versehen, unten konkav. Sie sind nur wenig abwärts geneigt. Ihre Spitze ist in zwei, oft ungleich ausgebildete Zacken gespalten, zwischen welche sich das Lig. nuchae einfügt (*29, 30*). Der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels ist länger als die übrigen und seine Spitze ist nicht gespalten, sondern knaufförmig verdickt, da das Nackenband, welches nur bis zur oberen Fläche dieses Dornes herabreicht, sie frei läßt. Betastet man am Lebenden die hintere Mittellinie vom Kopfe aus, dann fühlt man die Dornen der Halswirbel des Nackenbandes wegen nur ganz undeutlich oder gar nicht, nur die Spitze des siebenten springt sehr deutlich hervor, was diesem Wirbel den Namen Vertebra prominens eingetragen hat (*31*). Bei der Bestimmung der Ordnungszahl der am Rücken fühlbaren Wirbel spielt die Vertebra prominens eine wichtige Rolle.

γ) Lendenwirbel, Vertebrae lumbares[1]) (*32, 33, 34*). Die Körper derselben sind sowohl im queren wie im sagittalen Durchmesser am größten; in vertikaler Richtung ist der dritte und vierte Lendenwirbel am höchsten. Die Endflächen sind nierenförmig, was sich schon an den letzten Brustwirbeln vorbereitet hatte. Am letzten Lendenwirbelkörper konvergieren die Endflächen nach hinten, so daß er keilförmig gestaltet ist, was mit der Krümmung der Wirbelsäule im ganzen ebenso zusammenhängt, wie die umgekehrte Gestaltung der mittleren Brustwirbelkörper. Die Wurzeln des Bogens sind im Verhältnis zu dem hohen Körper nieder, so daß die obere, besonders aber die untere Incisur und damit das Foramen intervertebrale geräumig wird (*35*). Sie gehen in sagittaler Richtung vom Körper ab. Die Gelenkfortsätze sind kräftig und ragen in vertikaler Richtung stark hervor. Die Gelenkflächen haben sich vom Gelenk zwischen letztem Brustwirbel und erstem Bauchwirbel so gedreht, daß die des oberen Wirbels immer lateral, die des unteren medianwärts gerichtet ist, so daß die unteren Gelenkfortsätze von den oberen des folgenden Wirbels umfaßt werden. Nur an dem Gelenk des letzten Bauchwirbels mit dem Kreuzbein stehen die Gelenkflächen wieder mehr frontal. Die oberen Gelenkflächen sind konkav, die unteren entsprechend konvex gestaltet (*33, 34*).

In die Bildung der Querfortsätze der Bauchwirbel ist ebenso wie in die der Halswirbel, ein Rippenrudiment einbezogen, was schon daraus zu entnehmen ist,

[1]) Vertebrae abdominales.

daß sie trotz des Fehlens einer freien Rippe doch weit stärker entwickelt sind, als an dem letzten Brustwirbel. Sie sind lang und sagittal abgeplattet. Klarer noch als aus der Form geht die Bedeutung der Querfortsätze der Lendenwirbel daraus hervor, daß sie nicht nur von den Massae laterales der Bogen ausgehen, sondern daß sie auch durch eine Art Leiste mit dem Teil des Wirbelkörpers verbunden sind, an welchem bei den Brustwirbeln die Fovea costalis sup. steht (*33*). Zuweilen vorkommende freie Bauchrippen sind ebenfalls unwiderlegliche Beweise für die Bedeutung der Querfortsätze. Von den erwähnten Muskelerhabenheiten rückt der Proc. mamillaris ganz auf die Außenseite des oberen Gelenkfortsatzes, der Proc. accessorius nimmt die Rückseite der Wurzel des Querfortsatzes ein (*32*). An den unteren Bauchwirbeln verbreitert er sich und zerfällt in mehrere kleine Hervorragungen.

Der Dornfortsatz der Bauchwirbel ist von beiden Seiten komprimiert und zeigt zwei breite Seitenflächen und eine obere und untere Kante. Seine Spitze ist senkrecht abgeschnitten und gewulstet.

---

Am cranialen und caudalen Ende der Wirbelsäule machen die physiologischen Bedürfnisse der angrenzenden Gebiete ihren Einfluß auf die Wirbelsäule in entgegengesetzter Weise geltend; oben ist der Kopf frei beweglich zu machen, unten hat umgekehrt die Wirbelsäule dazu mitzuwirken, um die Verbindung der unteren Extremitäten mit dem Rumpf so stabil wie möglich zu gestalten. Beides wird dadurch erreicht, daß die in ihrer ersten entwickelungsgeschichtlichen Anlage nicht von dem Typus abweichenden Wirbel sich in eigenartiger Weise ausbilden, daß einerseits sonst ungewohnte Trennungen, andererseits ungewohnte Verwachsungen stattfinden, daß an der einen Stelle sonst verknöcherte Teile bindegewebig bleiben, an einer anderen Stelle sonst als Bänder auftretende sich in Knochen umwandeln.

### b) Drehwirbel.

Der dem Kopf zunächst liegende erste Halswirbel ist der Träger, Atlas (*36, 37, 39*), der zweite der Dreher, Epistropheus[1]) (*38, 39, 40*). Die entwickelungsgeschichtlichen Anlagen der beiden Wirbel sind mit denen der anderen Wirbel ganz identisch, nur zeigt besonders der erste ein größeres Breitenwachstum. In der Folge aber verknorpelt und verknöchert die hypochordale Spange (I. Abt. S. 209) des ersten Wirbels, verbindet sich mit dem Bogen und gestaltet auf diese Art den Wirbel zu einem Ring. Der Körper des ersten Wirbels verbreitert sich an seiner dem zweiten Wirbel zugekehrten Seite zu einer nach beiden Seiten hin ausladenden Konsole, während sich der gegen den Schädel hin gerichtete Teil zu einem konischen Zapfen verjüngt (*40*). Der in dieser Art modifizierte Wirbelkörper vereinigt sich nicht mit den anderen entwickelungsgeschichtlich zu ihm gehörigen Teilen, sondern mit dem zweiten Wirbel. Das Gelenk, durch welches Atlas und Epistropheus miteinander zusammenhängen, ist nicht den übrigen Wirbelgelenken homolog, sondern gehört lediglich den durch den Gang der Entwickelung voneinander getrennten Teilen des Atlas an.

Der ausgebildete Epistropheus besitzt einen höheren Körper als die übrigen Halswirbel, weil er ja auch den des Atlas enthält. In seinem unteren Teil ist dieser Wirbel den übrigen Halswirbeln gleich gestaltet. Sein Gelenkfortsatz geht von der

---

[1]) Axis.

Massa lateralis des Bogens ab, auch sein Querfortsatz mit dem Proc. costarius und dem For. transversale unterscheidet sich nicht von denen der übrigen Halswirbel, nur ist der Proc. costalis etwas nach abwärts gedrängt und sein Tuberculum anterius ist nicht zur Ausbildung gekommen. An der dem Atlas zugekehrten Seite des Epistropheus aber existiert ein Proc. articularis nicht, die Stelle des Bogens, an welcher er sein sollte, ist vielmehr glattrandig. Die Facies articulares superiores stehen vorne über den Seitenteilen des Körpers; sie sind von ovaler Form, flach gewölbt und seitlich abwärts geneigt. In der Mitte zwischen ihnen erhebt sich der zapfenförmige, nach oben zugespitzte Zahn, Dens, an dessen Vorderseite eine Facies articularis anterior der Articulation mit dem vorderen Bogen des Atlas dient, während sich an eine oft nicht ganz deutlich abgegrenzte Facies articularis posterior der Rückseite das quere Atlasband anlagert.

Der Atlas besteht aus einem vorderen und hinteren Bogen, Arcus anterior und posterior. In der Mitte des äußeren Umfanges trägt jeder einen kleinen Höcker, Tuberculum anterius und posterius, ersterer durch den Ansatz von Muskeln hervorgerufen, letzterer den Dornfortsätzen der übrigen Wirbel homolog. An der Innenseite des vorderen Bogens findet man dem Tuberculum anterius gegenüber eine flache Gelenkgrube für die Gelenkverbindung mit dem Zahn des Epistropheus, die Fovea dentis[1]). Die beiden Bogen werden durch die Massae laterales[2]) miteinander verbunden, kräftige Knochenmassen, welche die Gelenkflächen tragen. Die oberen, Foveae articulares superiores, sind zur Articulation mit dem Schädel bestimmt, sie sind von elliptischer Form, konkav und nicht selten durch eine Querfurche geteilt. Der hintere Teil der Gelenkfläche ragt als Fortsatz frei hervor und hat unter sich eine Furche für die Art. vertebralis, Sulcus art. vertebralis. Durch Verknöcherung eines Bandes, welches sich hinter der Arterie von der Spitze der Gelenkfläche zum hinteren Bogen erstreckt, wird der Sulcus nicht selten in ein Foramen verwandelt. Die unteren Gelenkflächen, Facies articulares inferiores für die Gelenkverbindung mit dem Epistropheus bestimmt, sind rund, leicht konvex und den oberen Gelenkflächen des Epistropheus entsprechend geneigt.

Da die Gelenke an der oberen und unteren Seite des Atlas seinem Körper und nicht dem Bogen angehören, verhalten sich ihnen gegenüber die Teile des weit nach der Seite hin vortretenden Querfortsatzes anders wie bei den Beugewirbeln. Die Spange des Querfortsatzes im engeren Sinne geht ohne einen Absatz aus dem hinteren Bogen hervor, der Proc. costarius entspringt mitten zwischen der oberen und unteren Gelenkfläche. Incisuren und Zwischenwirbellöcher, wie bei den Beugewirbeln, kann es wegen dieser Lage der Gelenke nicht geben; es erstreckt sich vielmehr ein einfacher weiter Spalt oberhalb und unterhalb des Atlas um seinen hinteren Bogen herum, von einem Gelenk zum andern (*39*) und die den Rückenmarkskanal verlassenden Nerven treten durch dessen vordersten Teil nach außen.

Der Wirbelkanal scheint im Bereich des Atlas außerordentlich weit zu sein, dies ist jedoch deshalb eine Täuschung, weil ja die vordere Hälfte des geräumigen Wirbelloches durch den Zahn des Epistropheus und seinen Bandapparat ausgefüllt wird.

[1]) Fossa articularis posterior.

[2]) Die Massae laterales des Atlas sind mit den gleichnamigen Teilen der Beugewirbel nicht identisch. Letztere liegen weiter zurück.

### c) Falsche Wirbel.

Das Endstück der Wirbelsäule, welches immer rudimentärer wird, je mehr es sich seinem Abschluß nähert, zerfällt in Kreuzbein und Steißbein.

α) Das Kreuzbein, Os sacrum (*41—44*), besteht, wie oben erwähnt, aus fünf Wirbeln, welche sich ganz ebenso getrennt voneinander anlegen, wie andere Wirbel auch (*66, 67*). Da sie aber für die untere Extremität eine feste Stütze abzugeben haben, verschmelzen sie miteinander und bilden beim Erwachsenen ein solides Knochenstück. Die Rippenrudimente, welche bei den angrenzenden Lendenwirbeln nicht eben stark entwickelt sind, werden an den drei oberen Kreuzwirbeln, gegen welche sich der Gürtel der Extremität anstemmt, zu kräftigen Knochenstützen, an den beiden letzten, mit welchen die Extremität nichts mehr zu tun hat, bilden sie sich stark zurück. Die Seitenteile, Partes laterales[1]) des Kreuzbeines werden im wesentlichen von den miteinander verwachsenen Rippenrudimenten dargestellt.

Das Kreuzbein des Erwachsenen ist ein platter, muschelartig gewölbter und keilförmig nach seinem Ende verjüngter Knochen. Das craniale Ende wird als Basis, das caudale als Spitze, Apex, bezeichnet. Die Basis erscheint in ihrem Mittelteil wie ein Bauchwirbel (*43*), auch die Proc. articulares sind denen des letzten Bauchwirbels, mit welchen sie zusammengreifen, entsprechend gestaltet (*42*). Die obere Fläche der Seitenteile verbreitert sich lateralwärts beträchtlich, nach hinten erkennt man noch den rückwärts geneigten Querfortsatz, nach vorne ist das mit ihm verwachsene Rippenrudiment durch eine stumpfe Kante gegen die Vorderfläche des Knochens abgegrenzt. Die untere Spitze des Kreuzbeins besteht lediglich aus der querelliptischen Endfläche des letzten Kreuzwirbels.

Die vordere, konkav gebogene Fläche des Kreuzbeines, Facies pelvina, sieht nach dem Beckenraum hin, die hintere konvexe, Facies dorsalis, wendet sich dem Rücken zu. Sie wird zum Teil durch Muskeln bedeckt, die Mitte aber liegt dicht unter der Haut, so daß diese bei langem Liegen auf dem Rücken so gedrückt werden kann, daß Decubitus entsteht. An der Beckenfläche erkennt man die ursprüngliche Zusammensetzung aus einzelnen Wirbeln noch im ausgebildeten Zustand an queren Leisten, Lineae transversae, den Vereinigungsstellen der früher getrennten Kreuzwirbelkörper. Der Körper des dritten Kreuzwirbels zeigt an seiner Vorderfläche eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Knickung (*44*), welche der Stelle entspricht, an der seitlich die enge Verbindung mit dem Hüftbein aufhört. An die Seiten der Lineae transversae schließen sich vier Foramina sacralia anteriora an, welche von oben nach unten immer enger werden. Für sie findet man an den freien Wirbeln scheinbar keine Analoga. Sie existieren jedoch dort ebenfalls, nur werden sie an ihrer lateralen Seite durch die Ligg. costotransversaria umschlossen, welche bei der Mazeration fortfallen, während sie am Kreuzbein in der Knochenmasse der Seitenteile enthalten sind. Die Löcher sind zum Austritt von Nerven bestimmt. Lateral von ihnen folgt die Vorderfläche der Seitenteile, auf welcher sich der Proc. costarius jedesmal als eine gerundete Leiste geltend macht.

Ihnen gegenüber, auf der dorsalen Fläche des Kreuzbeines, findet man vier Foramina sacralia posteriora. Vordere und hintere Kreuzbeinlöcher sind die Öffnungen von kurzen Kanälen, welche den Knochen in sagittaler Richtung durchsetzen. Auch aus den hinteren Kreuzbeinlöchern treten Nerven aus.

---

[1]) Partes costales, Gegenbaur.

Die Dornen, die Spitzen der Querfortsätze und die Gelenkfortsätze der Kreuzwirbel ragen auf der dorsalen Fläche des Knochens noch so weit aus der allgemeinen Knochenmasse heraus, daß man sie unschwer erkennen kann. Die Dornfortsätze sind mit den sie verbindenden Bändern mehr oder weniger vollständig zu einer medianen Leiste, Crista sacralis media[1]) zusammengeflossen. Am letzten Kreuzwirbel jedoch, oft auch noch höher oben, fehlt der knöcherne Bogenschluß und mit ihm natürlich auch der Rest des Dornfortsatzes vollständig; es öffnet sich daselbst eine nach oben zwickelförmig zugespitzte Lücke, Hiatus sacralis. An dem medialen Umfang der hinteren Kreuzbeinlöcher tauchen die Gelenkfortsätze, Cristae sacrales articulares[2]) als kurze Zacken oder Leisten aus der Knochenmasse auf. Die Seitenteile des letzten Kreuzwirbels mit ihren Gelenkfortsätzen bleiben als kleine griffelförmige Zapfen, Cornua sacralia (*42*) neben dem Hiatus sacralis erhalten, sie ragen nach unten und verbinden sich mit ähnlichen Fortsätzen des ersten Steißwirbels. Die Spitzen der Querfortsätze treten als kleine Höcker am lateralen Umfang der hinteren Kreuzbeinlöcher hervor, Cristae sacrales laterales[3]). Sie sind besonders an den unteren Kreuzwirbeln nur wenig ausgesprochen.

Die Seitenteile des Kreuzbeines tragen an ihrer lateralen Seite eine S-förmig gestaltete Gelenkfläche, Facies auricularis, zur Verbindung mit dem Hüftbein. Dieselbe erstreckt sich caudalwärts nur bis in das Gebiet des dritten Kreuzwirbels, bis zur Horizontalen der oben erwähnten Knickung seines Körpers. Unter der Gelenkfläche schärft sich der Seitenrand des Kreuzbeines allmählich zu. An der dorsalen Seite der Seitenteile, hinter der Facies auricularis, findet man ein sehr unregelmäßig gestaltetes, mit Höckern und Vertiefungen versehenes Feld, Tuberositas sacralis, zum Ansatz sehr kräftiger Bandmassen.

Der Wirbelkanal des Kreuzbeines, Canalis sacralis (*44*), ist dreiseitig; er verjüngt sich caudalwärts. Von ihm gehen nach beiden Seiten die Foramina intervertebralia ab, ganz wie zwischen den freien Wirbeln; sie stoßen im rechten Winkel auf die erwähnten kurzen Kanäle, welche die vorderen und hinteren Kreuzbeinlöcher miteinander verbinden.

β) Das Steißbein, Os coccygis[4]) (*41, 42*), ist der stark verkümmerte Rest des Schwanzskeletes der Säuger. Es besteht aus drei bis sechs, meist vier, durch Synchondrose oder Synostose verbundenen Wirbelrudimenten. Der erste Steißwirbel besitzt noch eine Andeutung von Gelenkfortsätzen in den Cornua coccygea, welche mit den Kreuzbeinhörnern durch Syndesmose zusammenhängen, oft auch knöchern mit ihnen verbunden sind. Platte dreiseitige Seitenteile erinnern an diejenigen des Kreuzbeines. Im übrigen ist von einem Wirbelbogen nichts erhalten. Am zweiten Steißwirbel sind die Seitenteile noch angedeutet, die letzten sind auf kleine rundliche Knochenstückchen reduziert, in welchen nur die Wirbelkörper zu erblicken sind.

Ihrer Struktur nach sind die Wirbel spongiöse Knochen; die deckende Corticalis ist dünn. Nur am Ursprung des Bogens findet man eine etwas stärker ausgebildete kompakte Substanz. Die Spongiosabälkchen kreuzen sich im allgemeinen rechtwinkelig, doch strahlen auch schiefe Systeme von den Gelenkfortsätzen aus

[1]) Processus spinosi spurii.
[2]) Processus articulares spurii.
[3]) Processus transversi spurii.
[4]) Schwanzbein, Os caudae.

in die Wirbelkörper ein. Die Wirbelsäule im ganzen stellt eine Fachwerkskonstruktion dar (Bardeleben 1874). Das feste Periost ist mit der Oberfläche inniger verbunden als mit der der Bogen.

Die Arterien der Wirbel (Zaleski 1898) stammen am Halse von den Aa. vertebrales, welche ihr Versorgungsgebiet bis zum sechsten Halswirbel hinab ausdehnen. Den siebenten Halswirbel und ersten Brustwirbel versorgt die A. cervicalis profunda mit Blut. Von da ab geben die segmentalen Gefäße des Rumpfes, Intercostal- und Lumbalarterien, Äste an sie ab. Das Kreuz- und Steißbein erhält seine Gefäßverzweigungen von den Aa. sacrales, media und lateralis. Die Gefäße bilden anastomotische Netze, erstens auf der Vorderseite der Wirbelkörper, sodann auf deren Rückseite und endlich auf der Vorderseite der Wirbelbogen und der Ligamenta flava; von allen Seiten dringen Äste in den Knochen ein. Die Venen, welche das Blut aus den Wirbeln zurückführen, sind außerordentlich groß; man sieht an jedem mazerierten Wirbel die Mündungen als weite Löcher, welche besonders an der Rückseite der Körper auffallen. Sie ergießen sich in die Plexus der Wirbelhöhle (M.).

## 2. Bänder der Wirbelsäule.

Die Einzelwirbel können sich nur in beschränktem Maße als solche Geltung verschaffen, ihre wahre Bedeutung erlangen sie erst in ihrer Zusammenfügung zur Wirbelsäule durch den Bandapparat. Erst durch das Zusammenwirken von Wirbeln und Bändern gewinnt der Rumpf im ganzen einerseits seinen Halt, andererseits seine Beweglichkeit. Eine weitere wichtige Funktion des Bandapparates ist es, den Wirbelkanal vollständig zu verschließen und dadurch dessen Inhalt zu schützen. Die osteologischen Verhältnisse bringen es mit sich, daß einerseits die Wirbelkörper, andererseits die Wirbelbogen ihre besonderen Bandverbindungen haben und daß am cranialen Ende die Drehwirbel, am caudalen die falschen Wirbel mit Bändern besonderer Bedeutung ausgestattet sind.

### a) Bänder der Wirbelkörper.

*α*) Bandscheiben. Die Endflächen der Wirbelkörper werden in ihrer ganzen Ausdehnung durch Bandscheiben, Fibrocartilagines intervertebrales[1]) miteinander verbunden (*48*, *49*, *50*). Sie bestehen aus einem im Inneren liegenden Gallertkern, Nucleus pulposus, und einem Faserring, Anulus fibrosus, welcher den Gallertkern umschließt. Dieser letztere liegt meist nicht genau in der Mitte, sondern ist ein wenig nach dem hinteren Umfang der Bandscheibe verschoben. Bei Kindern bis zum siebenten Jahr enthält er neben sehr weichem Bindegewebe und Knorpelelementen bedeutende Reste der Chorda dorsalis. In den späteren Lebensjahren gehen die Chordareste immer mehr zurück, ohne jedoch bis ins Greisenalter völlig zu verschwinden; das Bindegewebe vermehrt sich und es entsteht im Kern eine später immer mehr zerklüftete Höhle, deren Wände von dem flockig aufgefaserten Gewebe des Nucleus pulposus gebildet werden. Eine scharfe Grenze gegen den Faserring ist nicht vorhanden. Dieser letztere besteht aus etwa 70 miteinander durchflochtenen Schichten von

[1]) Zwischenwirbelscheiben, Ligg. intervertebralia, Cartilagines fibrosae intervert., Triepel; Synchondroses vertebrales, Fick.

lamellenartig angeordneten Bindegewebszügen, welche in weitläufigen Spiraltouren die beiden Wirbelendflächen miteinander verbinden. Ihr Verlauf kreuzt sich in der Art, daß die Fasern der einen Schichte von unten links nach oben rechts aufsteigen, die der nächsten von unten rechts nach oben links. Auf einem Horizontalschnitt der Bandscheibe entsteht dadurch eine konzentrische Zeichnung, welche sich aus hellen und dunklen Streifen zusammensetzt. Dreht man den Wirbelkörper langsam um seine Achse, dann sieht man, wie die erst hellen Streifen dunkel werden und umgekehrt. Dies erklärt sich dadurch, daß das Licht verschieden reflektiert wird, je nach dem Einfallswinkel, in welchem es die schief verlaufenden Fasern der Lamellen trifft. Man kann sich die Lichtwirkung durch Betrachtung eines Tischtuches mit Damastmuster klar machen, bei welchem die Leinenfasern so angeordnet sind, daß es ebenfalls lediglich auf den Lichteinfall ankommt, ob das Muster dunkel auf hellem Grund oder hell auf dunklem Grund erscheint.

Die Bandscheiben gehen in 1 mm dicke Schichten hyalinen Knorpels über, welche die Endflächen der Wirbel überkleiden.

Die Bandscheiben gleichen alle Unregelmäßigkeiten, welche die Endflächen der durch sie verbundenen Wirbel zeigen, aus, auch sind sie im einzelnen so gegestaltet, daß sie die Wirbelkörper bei der Herstellung der physiologischen Krümmung an der Wirbelsäule auf das wirksamste unterstützen. Sie sind daher an der einen Stelle nach vorne, an der anderen nach hinten einigermaßen keilförmig zugeschärft. Gefrorene Medianschnitte des Gesamtkörpers zeigen, daß die Höhe der Bandscheiben im ganzen in der Gegend des dritten bis sechsten Halswirbels am geringsten ist. Von hier aus nimmt sie nach beiden Seiten zu; am Hals steigt sie von zwei auf etwas über drei Millimeter, nur die oberste Bandscheibe zwischen zweitem und drittem Halswirbel ist niederer; am Bauch wächst die Höhe bedeutend und zwar auf etwa elf Millimeter heran. Ihre Höhe beträgt am Hals ein Fünftel, an der Brust ein Siebentel, am Bauch ein Drittel der Höhe der Wirbelkörper (Fick 1904).

Der eigenartige Bau der Bandscheiben ist für ihre physiologische Leistung von Bedeutung. Der Gallertkern ist außerordentlich quellbar, er kann sich auf das Doppelte seines Volumens vergrößern. Durch den Faserring wird er unter starkem Druck gehalten. Man erkennt dies an einem Medianschnitt der Wirbelsäule, an welchem die von diesem Druck befreiten Gallertkerne auf der Schnittfläche stark hervorquellen. Sie bilden ein elastisches Polster, dessen Form sich den Bewegungen der Wirbelsäule in geeigneter Weise anbequemt. Der Faserring, welcher den Gallertkern einpreßt, wird von diesem wieder umgekehrt in so beträchtliche Spannung versetzt, daß er sich an seiner Oberfläche ringsum ein wenig vorbauscht. Es ist durch diese Wechselwirkung sowohl die Beweglichkeit wie die Festigkeit der Wirbelsäule auf das beste gewährleistet.

An der Halswirbelsäule werden von Luschka kleine Gelenke beschrieben, welche die erhöhten Seitenränder der oberen Endflächen der Wirbelkörper mit den entsprechenden Flächen des nächsthöheren Wirbels verbinden. Sie sollen zuweilen von Entzündungen befallen werden können.

Die Körper der falschen Wirbel sind anfänglich durch Bandscheiben verbunden, welche sich nicht von denen der beweglichen Wirbel unterscheiden (*66*, *67*). Ihre Verknöcherung setzt sich vom letzten Kreuzwirbel aus cranialwärts fort. Die Verbindung zwischen Kreuzbein und Steißbein bezeichnet man als Symphysis sacrococcygea. Sie enthält meist statt des Gallertkernes eine kleine Höhle. Im männlichen Geschlecht neigt sie zur Verknöcherung, im weiblichen erhält sie sich gewöhn-

lich lange unverknöchert. Die untersten Steißwirbel sind meist knöchern miteinander verwachsen.

Die Knochenumwandlung der Bandscheiben der falschen Wirbel beginnt in deren Randpartien; im Innern findet man noch im späteren Alter einen weichen Kern (*44*).

Die Synchondrose zwischen Körper und Zahn des Epistropheus wandelt sich im Laufe der Kinderjahre in eine Synostose um.

Es ist hervorzuheben, daß die Bandscheiben der beweglichen Wirbel zur Verknöcherung durchaus nicht neigen, man findet sie vielmehr noch im höchsten Alter unverknöchert.

Die Zusammenfügung der Wirbelkörper zum Achsenstab des Rumpfes wird unterstützt durch Bänderzüge, welche sie an ihrer vorderen, dem Visceralrohr und an ihrer hinteren, dem Neuralrohr zugekehrten Oberfläche überziehen. Sie verhalten sich ähnlich wie der Bewurf einer Hauswand, welcher die Fugen glättet und unter einer gleichmäßigen Oberflächenschichte verschwinden läßt. Doch trifft der Vergleich deshalb nicht ganz zu, weil die Oberflächen der Wirbelkörper noch mit Gebilden in Beziehung stehen, welche die deckenden Bänderzüge nicht unwesentlich beeinflussen.

*β*) Das vordere Längsband, Lig. longitudinale anterius[1]) (*51*), überzieht den vorderen Umfang der Wirbelkörper. Es füllt die Hohlkehlen ihrer Vorderseite aus und verbindet sich mit den zwischen ihnen liegenden Bandscheiben. Es erstreckt sich ununterbrochen vom Schädel bis zum Kreuzbein, wobei jedoch die einzelnen Faserzüge nicht über die ganze Wirbelsäule hin, sondern in den oberflächlichen Lagen über vier bis fünf Wirbel, in den tiefen nur von einem zum andern verlaufen. Das Band beginnt am Tuberculum pharyngeum des Hinterhauptsbeines. Gleich nach seinem Ursprung wird es von beiden Seiten her durch die zum Schädel aufsteigenden Mm. longi cap. eingeengt, so daß es nur ein schmales Septum zwischen ihnen bildet. Schon vom unteren Teil des Epistropheus ab verbreitert es sich, da nun die Mm. longi mehr aus einander weichen. Bis zu deren Ende am dritten Brustwirbel bleibt das Verhalten das gleiche und das Band wird durch die Insertionen der Sehnenfasern der genannten Muskeln verstärkt. Von da ab breitet es sich über den ganzen vorderen Umfang der Wirbelkörper aus, wobei jedoch der Mittelteil immer nicht unerheblich dicker bleibt als die Seitenteile. Beide werden durch schlitzförmige Spalten für den Durchtritt der Wirbelgefäße unvollkommen voneinander getrennt. Im Bauchteil wird das Band von den Seiten her wieder durch die Ursprünge des M. psoas eingeengt, deren Sehnenbogen bis zu seinem Mittelteil heranreichen. In der Bauchgegend erhält es beträchtliche Verstärkungen durch das Einstrahlen der Sehnen des Zwerchfelles.

Das Band erstreckt sich bis zum zweiten Kreuzwirbel oder noch weiter herab.

Im Gegensatz zu dem Verhalten der Bandscheiben steht es, daß eine teilweise Verknöcherung des Lig. longitud. anter. im Greisenalter nicht selten beobachtet wird.

*γ*) Das hintere Längsband, Lig. longitudinale posterius[2]) (*52*), überblickt man, wenn man nach Fortnahme der Bogen die Rückseite der Wirbelkörper betrachtet. Es ist dünner als das vordere Längsband und enthält zahlreiche elastische Fasern.

[1]) Ligamentum commune vertebrarum anterius.
[2]) Ligamentum commune vertebrarum posticum.

Es beginnt am Schädel und reicht caudalwärts bis zum Steißbein. Sein Anfang ist bis zum unteren Teil des Epistropheus mit den benachbarten Bandschichten so innig verbunden, daß man es von denselben nur künstlich zu trennen vermag, wodurch sich die einigermaßen verschiedenen Beschreibungen dieses Teiles erklären. Von da ab gewinnt es nun größere Selbständigkeit. Am Hals bedeckt es gleichmäßig breit die ganze Rückseite der Wirbelkörper, an Brust und Bauch ist es im Bereich der Wirbelkörper jedesmal verschmälert, während es mit den Bandscheiben in ihrer ganzen Breite verbunden ist. Dadurch entsteht jederseits ein bogenförmig gezackter Rand.

Der gezackte Rand des Bandes erklärt sich durch das Verhalten der zahlreichen Venen an der Rückseite der Wirbelkörper. Sie bilden zwei Geflechte, welche der Länge nach vom Hinterhauptsloch bis zum Ende des Kreuzbeines neben und auf dem Band verlaufen. Sie werden durch Queranastomosen in der Höhe jedes Wirbelkörpers miteinander verbunden, welche unter dem Band, d. h. zwischen ihm und dem Wirbelkörper liegen. Die aus dem Wirbel selbst austretenden Venen gelangen beiderseits an den Stellen in die Plexus, von welchen die Queranastomosen abgehen. Die Bogen des Bandes sind nichts anderes als Sehnenbogen, unter welchen sich die oberflächlichen und tiefen Venen miteinander verbinden. Daß an der Halswirbelsäule die Sehnenbogen nicht ausgebildet sind, erklärt sich daraus, daß dort die Venengeflechte weit zur Seite, bis auf die Wurzeln der Wirbelbogen gerückt sind.

Mit der Dura mater spinalis ist das hintere Längsband durch Bindegewebsstränge verbunden, welche im Brustteil locker und spärlich sind. Cranial- und caudalwärts verstärken sie sich; im Kreuzbeinkanal sind sie am kräftigsten.

### b) Gelenkkapseln, Capsulae articulares.

Die Stellung und Form der Gelenkflächen der Beugewirbel sind bei Betrachtung der Knochen geschildert worden. Ihr Knorpelüberzug ist an den Lendenwirbeln am dicksten, dann folgen die Halswirbel, am dünnsten ist er an den Brustwirbelgelenken. Die Kapseln setzen sich unmittelbar am Rand der überknorpelten Gelenkflächen an (*53*, *54*). Sie sind am beweglichsten Teile der Wirbelsäule, an den Halswirbeln, am schlaffsten, dann folgen die Bauchwirbel und am straffsten sind sie an den Brustwirbelgelenken. In das Innere der Gelenkhöhlen treten oft platte Synovialfalten vor. Verstärkt werden die Kapselbänder vorne durch die über sie hinwegziehenden gelben Bänder, hinten und außen durch Faserzüge, welche an den Halswirbelgelenken am schwächsten, an den Lendenwirbeln am stärksten ausgebildet sind.

An den drei oberen Kreuzwirbeln erhalten sich die Gelenke bis zum 15. Lebensjahr, erst dann beginnen sie zu ankylosieren (Retzius 1895).

### c) Bänder der Wirbelbogen. Ligamenta flava [1]).

Sie füllen die Zwischenräume zwischen den Wirbelbogen vollständig aus und verschließen dadurch den Wirbelkanal von hinten her so vollständig, daß er nur durch die For. intervertebralia mit der Peripherie in Zusammenhang steht (*55*). Sie beginnen jedesmal an einer rauhen Stelle auf der dem Wirbelkanal zugekehrten Seite

[1]) Ligg. intercruralia.

des Bogens des einen Wirbels und setzen sich an einer ebensolchen auf der Dorsalseite des Bogenrandes des nächstunteren fest. Ihre Verbindung mit den Wirbelbogen ist so orientiert, daß sie die Rückseite des Wirbelkanales vollständig glätten. An der Halswirbelsäule sind sie am dünnsten, an der Lendenwirbelsäule am dicksten. Das einzelne Band ist im hinteren Umfang am dicksten, seitlich, wo es bis auf die Vorderfläche der Gelenkkapseln reicht, wird es immer dünner. An der dem Wirbelkanal zugekehrten Seite findet man in der Medianlinie einen feinen Längsspalt zum Durchtritt von Gefäßen.

Ihrem Bau nach bestehen die in Rede stehenden Bänder fast ausschließlich aus elastischen Fasern, was ihre gelbe Farbe erklärt. Die große, ihnen innewohnende Elastizität bringt es mit sich, daß sie bei jeder Stellung der Wirbelsäule immer in gleicher Weise gespannt sind und die Oberfläche des Wirbelkanales glatt erhalten.

Über die den gelben Bändern entsprechenden Bänder am oberen und unteren Ende der Wirbelsäule soll nachher gesprochen werden.

### d) Bänder der Wirbeldornen.

An die gelben Bänder der Wirbelbogen schließen sich ohne Unterbrechung Bindegewebsplatten an, die Ligg. interspinalia (*56*), welche die Zwischenräume zwischen den Dornen der aufeinander folgenden Wirbel ausfüllen und demnach ganz so gestaltet sind, wie es die Form dieser Zwischenräume jedesmal mit sich bringt. An der Basis der Dornen sind sie deshalb auch verbreitert, gegen die Spitze hin werden sie dünner. Hinter den Spitzen der Dornen fließen die Bandmassen zu einem sehnenartigen rundlichen Strang zusammen, welcher sich von der Vertebra prominens bis zum Kreuzbein hinzieht, Ligamentum supraspinale[1]) (*56*). An der Halswirbelsäule folgt die Fortsetzung des Ligamentum supraspinale nicht der Spitze der Dornfortsätze, sondern zieht in einer nur wenig konkav geschweiften Linie zur Protuberantia occipitalis empor. Der dreieckige Raum, welcher zwischen den geteilten Spitzen der Dornen und diesem Strang bleibt, wird durch eine dünne, nicht selten durchbrochene Bindegewebsplatte ausgefüllt, welche sich von der Vertebra prominens aufwärts bis zur Crista occipitalis erstreckt. Die ganze Platte wird unter dem Namen Ligamentum nuchae (*56*) zusammengefaßt. Bei dem aufrecht stehenden Menschen ist es schwächer entwickelt, als bei vierfüßig gehenden Tieren. Besonders stark und fast ausschließlich aus dicken elastischen Fasern bestehend, findet man es bei geweih- und hörnertragenden Tieren, um dem Zug des schweren Kopfes entgegenzuwirken.

Der eben besprochene Bandapparat bildet mit den Wirbeldornen eine medianstehende Leiste, welche die Rückenmuskeln beider Seiten voneinander trennt und ihnen zugleich Ansatzflächen bietet. Die sich an die Bänder der Wirbeldornen anhaftenden Muskelsehnen tragen denn auch zu ihrer Verstärkung bei.

### e) Bänder der Wirbelquerfortsätze. Ligamenta intertransversaria[2]).

Dünne rundliche oder platte Faserzüge, welche in senkrechtem Verlauf je zwei Querfortsätze miteinander verbinden (*77*). Am Hals vermißt man sie so gut wie

[1]) Ligamentum apicum.
[2]) Ligamenta tuberositatum vertebralium.

vollständig, an den Brustwirbeln verlaufen sie von der Tuberosität des Querfortsatzes eines Wirbels zu der des andern, an den Lendenwirbeln sind sie schlecht begrenzte Platten. Sie sind an Brust und Bauch von verschiedener Bedeutung. An ersterer Stelle hat man lediglich Muskelansatzpunkte in ihnen zu sehen, an letzterer gehören sie zum Bandapparat der Rippenrudimente. Sie sind unbeständig.

### f) Bandapparat am cranialen Ende der Wirbelsäule.

Daß die Drehwirbel die Vermittelung zwischen Wirbelsäule und Schädel zu übernehmen haben, tritt in ihrem Bandapparat noch deutlicher hervor wie in ihrer osteologischen Erscheinung. Derselbe erstreckt sich vom Epistropheus bis zum Hinterhauptsbein. Die Bewegungen werden um drei Achsen ausgeführt und gehen eigentlich sämtlich im Bereich des Atlas vor sich, da ja der Zahn und die obere Gelenkfläche des Epistropheus genetisch dem ersten Halswirbel angehören. Sehr feste Haftbänder halten alles zusammen, und breite Membranen schließen die zwischen beiden Wirbeln und dem Hinterhaupt klaffenden Lücken zu und glätten die Oberfläche des Wirbelkanales.

*α*) Articulatio atlanto-occipitalis (*57—59*). Die Form der Gelenkflächen des Atlas wurde oben (S. 19) beschrieben, die des Hinterhauptes sind entsprechend gebildet. Die Gelenke beider Seiten müssen stets zusammenwirken, sie stellen seitliche Abschnitte eines einzigen und zwar elliptischen Rotationskörpers dar. Die Gelenkflächen konvergieren nach vorn in individuell wechselndem Grad; ihr lateraler Rand liegt etwas höher, als ihr medialer. Die Pfannen des Atlas sind in der Richtung von vorn nach hinten kürzer als die Gelenkflächen des Hinterhauptes, was eine größere Beweglichkeit um eine quergestellte Achse begünstigt. Diese Achse geht beiderseits durch den unteren Teil des Warzenfortsatzes (Fick 1904). Die kürzere sagittale Achse ist schräg von hinten unten nach vorn oben gerichtet; die Bewegung um sie ist wenig ausgiebig. Die Kapsel ist, besonders vorn und hinten, weit und schlaff, sie setzt sich nicht überall unmittelbar an der überknorpelten Gelenkfläche an. Von ihrer medialen Seite aus ragen Synovialfalten in das Gelenk hinein. Sie wird vorn und hinten durch verstärkende Bindegewebszüge gesichert, nur an der medialen Seite ist sie sehr zart, sie grenzt dort an das venenreiche und lockere Bindegewebe des Rückenmarkskanales.

*β*) Articulationes atlantoepistrophicae (*57—59*). Atlas und Epistropheus sind durch vier Gelenke in Verbindung gesetzt, welche sämtlich Abschnitte eines kegelähnlichen Körpers darstellen, dessen Achse senkrecht durch die Mitte des Zahnes des Epistropheus gelegt zu denken ist. Um diese Achse drehen sich die Gelenke stets zusammen. Zwei seitliche Gelenke sind paarig, die beiden mittleren gehören dem Zahn an.

Die seitlichen Gelenke werden von den schon beschriebenen oberen Gelenkflächen des Epistropheus und den unteren des Atlas gebildet. Sie sind beide konvex und müssen daher inkongruent sein. Sieht der Kopf gerade nach vorne, dann berühren sie sich nur in einer transversalen Linie. Dreht man den Kopf zur Seite, dann gleitet in dem Gelenk der einen Seite die hintere Hälfte der Gelenkfläche des Atlas auf die vordere der des Epistropheus herab, in dem Gelenk der anderen Seite geschieht das Umgekehrte. Henke nennt die Bewegung eine Schraubenbewegung, doch hat man dabei an eine Schraube mit doppeltem Gang zu denken. Man kann auch beim Lebenden nachweisen, daß der Kopf mit dem Atlas bei der Seitwärtsdrehung

etwas herabsteigt. Es ist klar, daß dieses Herabsteigen einer Zerrung der Weichteile in der Umgebung der Gelenke entgegenwirkt.

Da die miteinander verbundenen Gelenkflächen ziemlich gleich groß sind, sind die starken Verschiebungen, welche sie bei der Drehung erleiden, nur dadurch möglich, daß sich die Kapseln in ziemlicher Entfernung vom Knorpelrand ansetzen, auch müssen sie sehr schlaff sein, um die eigenartigen Bewegungen zu ermöglichen. Von vorn und hinten ragen Synovialfalten in den Gelenkraum hinein, sie sind jedoch weit davon entfernt, ihn auszufüllen. Eigene Verstärkungsbänder besitzen die Gelenke nicht, doch wird ihr nach dem Wirbelkanal sehender Teil von den dort verlaufenden Bändern geschützt.

Der Zahn bewegt sich nach Art eines Rollgelenkes, indem er in einem Ring läuft, welcher vorne von dem vorderen Atlasbogen, hinten von dem Lig. transversum atlantis gebildet wird (*60 a*). Im Zusammenhang mit der verschiedenen Herkunft und Bedeutung der beiden Teile des Ringes steht es, daß nicht eine einzige ringförmige Gelenkhöhle vorhanden ist, sondern eine vordere und eine hintere, welche durch eine geringe Menge lockeren Bindegewebes voneinander getrennt sind [1]) (*60a*). Die Knorpelüberzüge der Gelenkflächen des vorderen Zahngelenkes scheinen meist faserknorpelig zu sein, der Knorpel an der Rückseite des Zahnes ist es in der Tat (Fick). Auch das Lig. transversum atlantis besitzt einen faserknorpeligen Überzug. Die Kapseln beider Gelenke sind sehr zart und schlaff.

In der Umgebung des Zahnes finden sich mehrere Schleimbeutel, welche mit den Gelenken durch engere oder weitere Öffnungen in Verbindung stehen. Auch mit den beiden seitlichen Gelenken können sie kommunizieren, so daß dann alle in Rede stehenden Gelenkhöhlen miteinander zusammenhängen. Entzündungsprozesse und Ergüsse können sich in solchen Fällen ohne weiteres durch den ganzen Gelenkapparat verbreiten.

Drehwirbel und Hinterhauptsbein sind so lose aufeinandergestellt, daß man auf den ersten Blick darüber verwundert sein könnte, daß doch alles so fest zusammenhält. Die um den Zahn gruppierten Bänder sind es, welche dem ganzen Apparat einen so festen Halt geben, daß eher die oberflächliche Knochenschichte mit dem Band abreißt, ehe das Band selbst eine Kontinuitätstrennung erfährt. Zuerst ist das vorhin schon erwähnte Lig. transversum atlantis [2]) (*58*) zu nennen. Es setzt sich beiderseits an der Innenfläche der Seitenteile des Atlas an und umfaßt den Zahn an seiner Rückseite so eng, daß es ihn einschnürt. Nach oben und unten entsendet es je einen Schenkel, welcher sich nach seinem Ende hin verschmächtigt. Der obere gelangt bis zum Rande des Hinterhauptsloches und verbindet sich auf seinem Wege mit der Spitze des Zahnes, der untere setzt sich an der Rückseite des Epistropheuskörpers fest. Die beiden Schenkel verhindern eine Verschiebung des Querbandes nach oben und unten. Die ganze Einrichtung führt den Namen Lig. cruciatum atlantis [3]).

Die Ligg. alaria (*58, 59*) sind außerordentlich starke und kurze Stränge, welche in nur wenig schiefer Richtung vom hinteren Umfang des Zahnes zum vorderen Teil des medialen Randes der Gelenkfläche des Hinterhauptes emporsteigen. Man beobachtet oft eine oberflächliche Schichte, welche hinter dem Zahn festonartig

[1]) Das hintere Gelenk wird von manchen Autoren als Schleimbeutel beschrieben.
[2]) Ligamentum transversum dentis.
[3]) Ligamentum cruciatum epistrophei.

gebogen von einer Hinterhauptsseite zur anderen hinüberzieht. Die beiden Bänder hemmen die Drehbewegung des Kopfes. Es ist zu beachten, daß die Ligg. alaria unter Übergehung des Atlas den Epistropheus direkt mit dem Hinterhaupt in Verbindung setzen, was die Festigkeit der ganzen Drehwirbeleinrichtung wesentlich erhöht.

Das Lig. apicis dentis[1]) (*59*, *60*) ist ein dünner Strang, welcher von der Kuppe des Zahnes an die Mitte des vorderen Umfanges des Hinterhauptsloches geht. Es ist ohne jede mechansiche Bedeutung, aber deshalb interessant, weil es der Zwischenwirbelscheibe entspricht, welche den Körper des ersten Wirbels mit dem Hinterhaupt verbindet. Es geht dies daraus hervor, daß es einen Rest der Chorda dorsalis enthält. Bei Erwachsenen findet man in ihm auch nicht selten einen hyalinen Knorpelstrang.

Die Membrana tectoria (*57*) kann als die Fortsetzung des Lig. longitudinale poster. der Wirbelkörper betrachtet werden. Ihre oberflächlichen Faserzüge gehen direkt aus dem Längsband hervor, die tieferen entspringen am Körper des Epistropheus. Die kräftige Membran steigt über den Zahn des Epistropheus mit seinem Bandapparat empor, deckt ihn, die Schleimbeutel und die Venenplexus in seiner Umgebung zu und glättet den vorderen Umfang des Wirbelkanales. Sie ist über das Hinterhauptsloch hinauf bis auf den Clivus zu verfolgen, wo sie einerseits mit dem Periost, andererseits mit der Dura mater fest verbunden ist.

Die starke Rückbildung des Atlas bringt es mit sich, daß über und unter ihm sowohl an der Vorderseite wie an der Rückseite der Wirbelsäule klaffende Spalten bleiben. Sie werden von bindegewebigen Membranen ausgefüllt, welche den Wirbelkanal verschließen, einer Membrana atlanto-occipitalis ant. und post. und einer Membrana atlanto-epistrophica ant. und post.[2]) (*56*). Die beiden vorderen Membranen stehen mit dem vorderen Längsband in unmittelbarem Zusammenhang, sie sind gewissermaßen Verbreiterungen desselben, welche sich unter den M. longi seitwärts bis auf die Gelenke hinziehen. Die hinteren Membranen sind höher und breiter als die vorderen, da die Spalten, welche sie zu verschließen haben, geräumiger sind. Sie entsprechen den Ligg. flava der Beugewirbel, sind aber weniger dick wie diese, enthalten auch weniger elastische Fasern. Da an den Drehwirbeln die Gelenkfortsätze der Beugewirbel fehlen, reichen die hinteren Membranen bis zu den Austrittsstellen der Spinalnerven hin und bilden also die hintere Begrenzung der Foramina intervertebralia, welche bei den Beugewirbeln von deren Gelenkfortsätzen geliefert wird. Die A. vertebralis durchsetzt die Membr. atlanto-occipitalis poster. an der gleichen Stelle, an welcher der oberste Rückenmarksnerv austritt.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß in der Articulatio atlanto-occipitalis die Nickbewegung vorgenommen wird, daß außerdem aber auch eine geringe Seitenneigung ausgeführt werden kann. In der Articulatio atlanto-epistrophica erfolgt die Drehbewegung des Kopfes, wie bei der Bewegung der Verneinung. Sie erfolgt um eine vertikale Achse, welche durch den Zahn des Epistropheus gelegt ist. Es dreht sich dabei der Kopf mit dem Atlas. Auch Vor- und Rückbeugung sind im unteren Kopfgelenk nicht ganz ausgeschlossen (Fick 1911). Die Nickbewegung ist eine nicht sehr ausgiebige und sie wird ergänzt durch die Beugung der ganzen Halswirbelsäule, welche überhaupt bei allen Bewegungen des Kopfes mitarbeitet. Läßt man nur das Atlas-Hinterhauptsgelenk allein wirken, dann macht dies einen steifen und ungeschickten Eindruck.

[1]) Lig. suspensorium dentis.
[2]) Membranae obturatoriae.

Praktische Bemerkungen. Der Bandapparat der Drehwirbelgelenke ist so überaus fest, daß man einen Menschen mit den nötigen Kautelen am Kopf aufhängen kann, ohne die Bänder zu schädigen (Sayre). Das Aufhängen zum Zweck des Selbstmordes oder zur Vollstreckung der Todesstrafe zerreißt die Bänder nicht und bringt keine Luxation des Zahnes des Epistropheus mit Quetschung des verlängerten Markes hervor, wie man früher wohl annahm. Es handelt sich dabei vielmehr um eine Schädigung der Weichteile des Halses und Sistierung der Atmung. Der Widerstand des Bandapparates einwirkenden Gewalten gegenüber ist so erfolgreich, daß nicht selten eher die oberflächliche Knochenschichte mit einem der Bänder abreißt, ehe das Band selbst eine Kontinuitätstrennung erfährt. Immerhin aber sind Fälle von Zerreißungen beobachtet worden, so erwähnt König (1889) einen solchen, in welchem die beiden Ligg. alaria abgerissen waren und wo dann der Zahnfortsatz unter dem Lig. transversum hervor und nach hinten getreten war. Es kann eben eine Luxation nur dann eintreten, wenn entweder ein oder beide Ligg. alaria oder das Lig. transversum zerreißt. Die Gewalten, welche eine solche Zerreißung herbeiführen, sind meist so erhebliche, daß der Tod rasch herbeigeführt wird. Nur bei Spondylarthrokace (einer tuberkulösen Erkrankung der Wirbel und ihrer Gelenke) können sich die Bänder ganz allmählich lockern, wodurch eine Luxation des Atlas entstehen kann. Die gewöhnliche und typische Verletzung des ganzen Drehwirbelapparates ist die, daß die Bänder halten, daß aber der Zahn abbricht, welcher dann leicht in das Centralorgan eindringt. Die Kasuistik weist eine Menge von Fällen auf, in welchen nach Brüchen des Zahnes die Patienten kürzere oder längere Zeit verhältnismäßig wohl gewesen waren, bis dann eine unbedachte Bewegung eine Dislokation des abgebrochenen Zahnes, Eindringen in das Centralorgan und damit augenblicklichen Tod gebracht hatte. Es ist deshalb in solchen Fällen die peinlichste Feststellung des Kopfes erste ärztliche Regel.

### g) Bandapparat am caudalen Ende der Wirbelsäule.

Von den Bandscheiben der falschen Wirbel war schon oben (S. 23) die Rede. Die übrigen Bänder erweisen sich, wie die Knochen, stark reduziert. Das Lig. longitudinale ant., welches am zweiten Kreuzwirbel endigt, tritt am Ende des Kreuzbeins wieder auf als die tiefste Schichte des Lig. sacrococcygeum anter. (*81*). Die oberflächliche Schichte dieses Bandes entspricht dem Lig. longit. anter. nicht, was daraus hervorgeht, daß das Ende des N. sympathicus und die Art. sacralis media hinter ihr liegen, während an Brust und Bauch die entsprechenden Nerven und Gefäße vor dem Längsband verlaufen. Sie ist als umgewandelter Rest der Schwanzmuskulatur zu deuten. Das Lig. longitud. poster. wird vom zweiten Kreuzwirbel ab zu einem schmalen medianen Streifen reduziert, an welchem man aber noch immer die oben erwähnten Zacken erkennen kann. Sein Ende auf der Rückseite der Steißwirbelkörper wird als Lig. sacrococcygeum poster. profundum (*61*) besonders benannt. Von den Gelenken der Kreuzwirbel wurde schon oben (S. 25) berichtet.

Die Gelenkverbindung zwischen den Kreuzbein- und Steißbeinhörnern wird durch ein kleines Band, Lig. sacrococcygeum articulare (*61*) ersetzt, dessen Bedeutung daraus klar hervorgeht, daß der letzte Kreuzbeinnerv vor ihm austritt, also zu ihm die gleiche Lage hat, wie die höher gelegenen Spinalnerven zu den Gelenken der Beugewirbel.

Die knöchernen Wirbelbogen fehlen am Ende des Kreuzbeins und am Steißbein; sie werden zusammen mit den Ligg. flava und den Bändern der Dornen durch eine elastische Membran ersetzt, Lig. sacrococcygeum superficiale (*61*). Meist weicht das Band an seinem Ende in zwei Zipfel auseinander, welche sich an den zweiten oder dritten Steißwirbel anheften.

Das Lig. sacrococcygeum laterale (*61*) ist eine ziemlich kräftige Bandverbindung zwischen dem unteren Ende der Pars lateralis des Kreuzbeins und der Seitenkante des ersten Steißwirbels. Es entspricht demnach den in den Seitenteilen

des Kreuzbeins vereinigten Knochen- und Bandelementen. Wie das Lig. sacrococcygeum articulare verknöchert es häufig und bildet dann die laterale Umrandung eines fünften Kreuzbeinloches, durch welches der vordere Ast des fünften Kreuzbeinnerven passiert.

### h) Wirbelsäule, Columna vertebralis [1]), im ganzen.

Länge. Die Länge der Wirbelsäule schwankt natürlich mit der Körperlänge im ganzen, bei einem Menschen mittlerer Größe aber beträgt sie in der Vertikalen gemessen 70—71 cm. Davon entfallen auf den Halsteil 62, auf den Brustteil 30, den Bauchteil 17 und die falschen Wirbel 12 cm. Sie beträgt zwischen 42 und 43 % der gesamten Körpergröße, doch ist zu bemerken, daß die Länge der Beine stärker schwankt, wie die Länge der Wirbelsäule, so daß kleine Leute oft kurze Beine und einen verhältnismäßig langen Rumpf besitzen, und große Leute umgekehrt lange Beine und einen kurzen Rumpf.

Belastung und Krümmungen. Da die Wirbelsäule das Achsenskelet des Rumpfes bildet, so begreift man, daß sie dessen Verhalten stark beeinflußt, man begreift aber auch, daß umgekehrt nicht nur die verschiedenen Teile des Rumpfes, sondern der ganze Körper einen sehr merklichen Einfluß auf die Wirbelsäule ausüben. In erster Linie ist es die Belastung, welche auf die Gestaltung der Wirbelsäule maßgebend einwirkt. Die Wirbelkörper werden caudalwärts immer voluminöser, je mehr die Last, welche sie zu tragen haben, wächst. Da aber die Belastung vom ersten Kreuzwirbel aus durch Vermittelung des Beckens auf die Beine übertragen wird, so werden die nicht mehr nach dieser Richtung beanspruchten weiteren Wirbelkörper rasch kleiner.

Die Verbindung der Brustwirbelsäule mit Rippen und Brustbein zum Thorax bringt es mit sich, daß dieser Abschnitt in seiner Form besonders stabil ist. Er zeigt eine nach vorn konkave Krümmung, welche sich auch bei stärkster Dorsalbeugung nicht wesentlich ändert, auch schon deshalb nicht ändern kann, weil dies die dachziegelförmig aufeinander liegenden Dornfortsätze der mittleren Brustwirbel verhindern. Der aufrecht stehende Mensch kann wegen dieser Krümmung der Brustwirbelsäule sein Gleichgewicht nur dadurch erhalten, daß er die beweglichen Abschnitte der Wirbelsäule an Hals und Bauch kompensatorische Krümmungen annehmen läßt, deren Konvexität nach vorne gerichtet ist. Die ganze bewegliche Wirbelsäule ist also in einer Schlangenlinie gekrümmt, am Halse vorne konvex, an der Brust vorne konkav, am Bauch wieder vorne konvex (*47*). Im Zusammenhang mit der Übertragung der Belastung auf die Beine ist das Kreuzbein scharf abgeknickt. Die Verbindung desselben mit der beweglichen Wirbelsäule tritt dadurch in besonders charakteristischer Weise hervor, sie führt den Namen Promontorium (*47*). Für die Geburtshilfe ist dasselbe von hoher Wichtigkeit.

Jedermann weiß, daß die Körperhaltung individuell und selbst nach Rassen verschieden ist, daß einmal eine stramme, ein andermal eine nachlässigere Haltung bevorzugt wird. In Verbindung damit steht natürlich auch eine etwas verschiedene Form der Wirbelsäulenkrümmungen.

Außer den drei Krümmungen in der Sagittalebene besitzt die Wirbelsäule auch eine solche in der Frontalebene, welche ihre Konvexität mit wenigen Ausnahmen nach rechts wendet. Auch für sie sind jedenfalls statische Momente maßgebend.

[1]) Columna spinalis.

wenn auch über die Einzelheiten eine Einigkeit der Ansichten noch nicht erzielt worden ist.

Daß die Krümmungen der Wirbelsäule in der Tat das Resultat der Belastung sind, geht daraus hervor, daß sie beim Neugeborenen kaum angedeutet sind, nur das Promontorium ist etwas besser ausgebildet. Sie treten erst auf, wenn sich das Kind aufrichtet und zu stehen beginnt.

Obgleich nur der Mittelteil der Wirbelsäule seine Krümmung im wesentlichen stets beibehält, während Hals- und Bauchteil ausgiebige Bewegungen auszuführen imstande sind, so adaptieren sich doch im Laufe der Jugendentwickelung alle Teile in Knochen und Bändern den Bedürfnissen des aufrechten Stehens so sehr, daß eine völlig freipräparierte Wirbelsäule, ja sogar die Säule der Wirbelkörper allein, die Krümmungen beibehält.

Pathologische Fälle beweisen hinwiederum, daß diese dem physiologischen Postulat angepaßte Form der Wirbelsäule nicht unveränderlich ist. Wird durch eine Erkrankung der Wirbelsäule ihre Krümmung an einer Stelle eine von der Norm abweichende, dann ändern auch die anderen Abschnitte die ihrige in entsprechender Weise.

Die Schwerlinie des Körpers, welche oben dicht vor dem vorderen Umfang des Atlas beginnt, schneidet den zweiten bis sechsten Halswirbelkörper, ebenso den zweiten bis fünften Lendenwirbel. Alle anderen Teile der Wirbelsäule liegen hinter ihr. Im Becken schneidet sie die Verbindungslinie der beiden Hüftgelenke und erreicht den Fußboden in der Gegend zwischen vorderer und hinterer Hälfte des Calcaneus beider Füße.

Sämtliche Krümmungen der Wirbelsäule werden stärker bei wachsender Belastung und umgekehrt so daß ein liegender Mensch länger ist, als ein stehender. Außerdem wird durch die Belastung auch die Gesamtheit der Bandscheiben zusammengepreßt, so daß sie im Laufe eines Tages soviel an Höhe verlieren, daß sich die Wirbelsäule um etwa 3 cm verkürzt, ein Verlust, der dann durch die Nachtruhe wieder ausgeglichen wird.

Beweglichkeit. Die Wirbelsäule besitzt eine freie und allseitige Beweglichkeit; sie ist nicht nur zu Biegungen nach jeder Seite hin befähigt, sondern auch zu Torsionen um die Längsachse. Dabei sind nur die Bandscheiben ausschlaggebend in der Art, daß die relativ höchsten die freieste, die relativ niedersten die geringste Bewegung gestatten. Die relativ höchsten sind die der Halswirbelsäule, dann folgen die der Lendenwirbelsäule und die relativ niedersten sind die der Brustwirbelsäule. Die Wirbelgelenke sind ohne größere Bedeutung, sie setzen nur den Bewegungen kein wesentliches Hindernis entgegen, obschon dies nach der Form der Bauchwirbelgelenke (*54*) nicht der Fall zu sein scheint. Die große Beugungsmöglichkeit der Halswirbelsäule nach allen Seiten wird begünstigt durch die flache Stellung der Wirbelbogen mit ihren Fortsätzen, welche alles vermeidet, was die Bewegungen hemmen könnte. Dies ist ganz anders in der Brustwirbelsäule, wo neben allem anderen, wie erwähnt, die dachziegelförmig liegenden Dornfortsätze die Rückwärtsbeugung beträchtlich einschränken müssen. Für die Ausführung der Bewegungen der Lendenwirbelsäule müssen zu ihr auch noch die beiden letzten Brustwirbel gerechnet werden, da sie ihrer kurzen und freien Rippen wegen sich wie Bauchwirbel verhalten. Wenn nun auch die Bauchwirbelsäule in der Beugungsmöglichkeit der Halswirbelsäule nachsteht, so ist diese doch keine geringe.

Die Möglichkeit der Torsion um die Längsachse ist in der Lendenwirbelsäule am geringsten, sie wächst nach oben immer mehr und ist am stärksten in der Halswirbelsäule (H. Meyer 1873).

Der Wirbelkanal besitzt in der Brust einen kreisförmigen Querschnitt, an Hals und Bauch hat der Querschnitt die Gestalt eines Dreiecks mit vorderer Basis. Im Kreuzbein behält er erst die Dreiecksform bei, dann wird er halbmondförmig, endlich ganz abgeflacht. Der Kanal ist am weitesten am Hals, vom siebenten Halswirbel ab beginnt er sich zu verengern. Seine engste Stelle befindet sich oft, aber nicht immer, im Bereich des neunten Brustwirbels. An der Bauchwirbelsäule erweitert er sich wieder und bleibt weiter bis ins Kreuzbein hinein. Sein Ende findet er am Steißbein, wo sich seine vordere und hintere Wand aneinander legen und verwachsen. Es wäre irrig, wenn man annehmen wollte, daß die Erweiterungen des Kanals mit dem Vorhandensein der Cervical- und Lumbalanschwellung des Rückenmarks zusammenhinge, er ist vielmehr an denjenigen Stellen weit, an welchen die Wirbelsäule die größte Beweglichkeit hat (Cruveilhier 1843). Was die Foramina intervertebralia anlangt, so sind sie am geräumigsten zwischen den Lendenwirbeln. Nach oben verengern sie sich, um an der Halsgegend wieder weiter zu werden. Ihre Weite steht im Verhältnis zu den sie passierenden Venen, nicht zu den Nerven.

Entwickelung (*62—67*). Ende des zweiten Fetalmonats entsteht ein Knochenkern im Wirbelkörper und einer in jeder Bogenhälfte. Die letzteren liefern die Bogen selbst und ihre Fortsätze. Zur Zeit der Geburt sind die Bogen bis zur Wurzel des Dornfortsatzes bereits verknöchert. Am Atlas ist zu dieser Zeit der vordere Bogen noch knorpelig, der hintere ist ebenso weit ausgebildet, wie bei den übrigen Wirbeln. Der Epistropheus besitzt natürlich im Zahn einen besonderen Knochenkern. Die Kreuzwirbel unterscheiden sich von den übrigen nicht, doch besitzen die drei obersten beim Neugeborenen noch je einen besonderen Kern in den Sakralrippen, aus welchen sich der Hauptteil der Partes laterales entwickelt. Ein oder zwei Knochenkerne treten im vorderen Bogen des Atlas im Verlauf des ersten Lebensjahres auf. Die Steißwirbel verknöchern zuweilen von zwei Stücken aus, caudalwärts fortschreitend im 7.—12. Lebensjahr, selbst noch später. Die knöcherne Vereinigung der Bogenstücke unter sich erfolgt im 1.—13. Jahr, von der Brust nach oben und unten fortschreitend, zuletzt am Atlas. Im dritten Jahr beginnt die Verschmelzung von Körper und Bogen, sie ist im sechsten Jahr vollendet. Körper und Zahn des Epistropheus vereinigen sich im fünften Jahr. Die Kreuzwirbelkörper verschmelzen von unten beginnend, die Bogenteile vereinigen sich früher mit dem Körper, als unter sich. In den Seitenteilen der Steißwirbel entstehen besondere Knochenkerne, welche denen der Bogen ausgebildeter Wirbel entsprechen; sie bleiben bis zum 30. Jahr getrennt. Vom 12. Lebensjahr ab treten an den Enden der Wirbelkörper scheibenförmige Epiphysen auf, welche um das 18. Lebensjahr mit dem Körper verschmelzen. Um das 17.—19. Lebensjahr findet man kleine Knochenkerne an den Spitzen der Quer- und Dornfortsätze, in den Proc. mamill. und access. der Bauchwirbel, in den Proc. costarii der Halswirbel.

Altersunterschiede. Das Wachstum der Wirbelsäule erfolgt in der Brust- und Beckenwirbelsäule gleichmäßig, die Halswirbelsäule verlängert sich im Verhältnis etwas weniger, die Lendenwirbelsäule etwas mehr. Die Bandscheiben wachsen an den Lendenwirbeln am stärksten (Aeby 1879). Die Seitenkrümmung tritt erst um das 7.—8. Lebensjahr auf.

Geschlechtsunterschiede. Der Lendenteil der Wirbelsäule ist bei Frauen länger und stärker gekrümmt, wie bei Männern.

Varietäten. Die Zahl der Wirbel ist, abgesehen vom Steißbein, recht beständig, doch wird der letzte Wirbel einer Gruppe zuweilen an die nächste assimiliert. So trägt manchmal der siebente Halswirbel eine mehr oder weniger ausgebildete freie Rippe, ebenso der erste Bauchwirbel. Der letzte Bauchwirbel wird ganz oder nur einseitig in die Verknöcherung des Kreuzbeines einbezogen, oder umgekehrt ist der erste Kreuzwirbel ganz oder teilweise wie ein freier Bauchwirbel gestaltet. Sehr häufig ist der erste Steißwirbel, wie oben erwähnt, ganz mit dem Kreuzbein verwachsen. Steigt die Zahl der Kreuzwirbel auf sechs, dann kommt es leicht zur Ausbildung eines doppelten Promontoriums, was für die Geburtshilfe zu beachten ist. Über

die phylogenetische Bedeutung dieser Varietäten sind zahlreiche Arbeiten erschienen (s. bei Fischel 1906), ohne daß jedoch bisher eine Einigung in der Auffassung erzielt werden konnte.

Geringe Ausbildung der Rippenrudimente des Kreuzbeines kann es schmaler, sogar beträchtlich schmaler machen, als in der Norm. Die Zahl der Steißwirbel schwankt, wie oben erwähnt wurde. Der letzte Steißwirbel kann an seiner Spitze geteilt sein. Auch die Richtung des Steißbeins weicht zuweilen von der normalen ab. Von geschwänzten Menschen war früher viel die Rede. Eine genaue Untersuchung hat ergeben, daß Schwanzanhänge, welche zweifellos vorkommen, in der Regel keine Knocheneinlage enthalten. Besitzen sie aber eine solche, dann handelt es sich nicht um eine Vermehrung der Caudalwirbel, sondern um eine Verlängerung derselben, indem sie zu stäbchenartigen Gebilden heranwachsen (Wiedersheim 1902).

Die Verknöcherung, welche am cranialen und caudalen Ende der Wirbelsäule auch normalerweise vom Typus abweicht, kann in manchen Fällen eine ganz ungewöhnliche werden. Am Kreuzbein kommt es zuweilen nur in geringem Maße oder gar nicht zu einem knöchernen Verschluß der Bogen. Ebenso fehlt der hintere Bogen des Atlas ganz oder zum Teil. Auch der vordere Bogen kann fehlen, der Querfortsatz kann unvollständig sein. Sehr selten ist es, daß der Zahn nicht mit dem Epistropheus verwächst, oder gar, daß er nach Art der übrigen Wirbel sich mit dem Atlas vereinigt (Romiti 1886). — Der Atlas kann mit Teilen des Schädels in Gelenkverbindung treten, er kann mit dem Hinterhauptsbein mehr oder minder vollständig kongenital verwachsen sein. Die Spitze des Zahnes vom Epistropheus artikuliert zuweilen mit dem vorderen Umfang des großen Hinterhauptsloches. — Das Foramen transversarium der Halswirbel ist manchmal durch eine schmale Knochenspange in zwei Teile geteilt, am siebenten Halswirbel fehlt es hier und da gänzlich. — Die Bogen benachbarter Wirbel können miteinander verwachsen oder sich asymmetrisch vereinigen. Die seltene Varietät findet man an den Halswirbeln, manchmal auch an den Kreuzwirbeln.

Praktische Bemerkungen. Erkrankungen und Verletzungen betreffen die Wirbelsäule nicht überall in gleicher Weise, was sich aus dem verschiedenen anatomischen und mechanischen Verhalten der einzelnen Teile erklärt. Luxationen erfährt der so bewegliche Halsteil weitaus am häufigsten. Er ist sogar der einzige Teil der Wirbelsäule, in welchem Luxationen ohne gleichzeitige Fraktur entstehen können, was sich durch die wenig schräge Stellung der Gelenkfortsätze und die geringe Neigung der Dornen erklärt. Kompressionsbrüche der Wirbelkörper sieht man meist in der Brustwirbelsäule auftreten, da sie ihrer relativen Starrheit wegen einwirkenden Gewalten durch Beugung nicht nachgeben kann. Tuberkulöse Erkrankungen betreffen am häufigsten die Übergänge des Brustteiles in Hals- und Lendenteil, also die Stellen, an welchen der starre Teil in den beweglichen übergeht. Deformierende Wirbelerkrankungen mit nachfolgender Ankylose beginnen mit Vorliebe an der Lendenwirbelsäule; auch Krebs bevorzugt sie und die Brustwirbel. Eine eigentümliche Erkrankung in der Gegend des Promontorium ist die Spondylolisthesis, wobei der Körper des fünften Lendenwirbels auf der Basis des Kreuzbeines vorwärts gleitet. Es wird dadurch der Beckeneingang in einer für den Geburtsvorgang gefahrdrohenden Weise verengert.

Für die Diagnose von Wirbelerkrankungen kann Druck auf die Dornfortsätze oft gute Dienste leisten, da dadurch in dem erkrankten Wirbel Schmerzempfindungen ausgelöst werden. Auch der Druck der Körperlast kann Schmerzen hervorrufen, welche nachlassen, wenn durch horizontale Lage die Belastung aufgehoben wird.

Eine Verschiebung der Schwerlinie muß eine Änderung der Wirbelsäulenkrümmung im ganzen zur Folge haben (vgl. S. 31). Sinkt ein Wirbelkörper infolge von Erkrankung oder Verletzung zusammen, dann entsteht eine Knickung, welche nun durch veränderte kompensatorische Biegung der gesunden Wirbelsäulenabschnitte ausgeglichen werden muß. Auch ohne solche Erkrankung kann die Krümmung der Wirbelsäule im ganzen Schaden leiden. Schlechte Haltung infolge von fehlender Willensenergie, schlechte Konstruktion der Schulbänke, Schwäche der Rückenmuskulatur und vieles andere führt zur Ausbildung eines „runden Rückens", Kyphose. Eine seitliche Verkrümmung, Scoliose, wird durch die Art des Tragens und Führens rachitischer Kinder seitens der Mutter oder Amme herbeigeführt, dann durch gewohnheitsmäßige schlechte Haltung beim Schulunterricht, besonders beim Schreiben; sie ist meist im Brustteil der Wirbelsäule rechts konvex, im Lendenteil rechts konkav (A. Henle). In höheren Graden ist sie mit einer Torsion der Wirbelsäule verbunden, welche dem Einzelwirbel oft eine ganz absonderliche Gestalt verleiht. Auch krankhafte Erscheinungen in der vegetativen Röhre, wie z. B. Lungen-

schrumpfungen, können Scoliose hervorrufen, ebenso auch die Verkürzung eines Beines, wobei sich die Lendenwirbelsäule auf der Seite des kürzeren Beines konvex krümmt (R. Fick).

Beim Fall auf das Gesäß können sowohl Luxationen wie Frakturen des Steißbeines entstehen. Durch fortgesetzte Reizung der Steißwirbelverbindungen, wie sie bei Reitern, Radfahrern, auch in gewissen Gewerben vorkommen, können Entzündungen mit nachfolgender Synostose auftreten.

## 3. Rippen, Costae, und Brustbein, Sternum.

Wie schon aus vorstehendem hervorgeht, sind die Rippen nur in der Brustgegend voll entwickelt, jederseits zwölf an Zahl. Sie sind jedoch auch hier nicht alle gleichmäßig ausgebildet, indem sie mit dem Brustkorb von unten her eine Reduktion erfahren. Bei ihrer Entstehung gehen sie dorsal von der Wirbelsäule aus und schieben sich in den Myosepten ventralwärts vor. Ihre vorderen Enden vereinigen sich zu den beiden Sternalleisten, welche sich einander bis zur Berührung nähern, um schließlich zu dem unpaarigen Brustbein zu verschmelzen. Die caudalen Enden der Sternalleisten bleiben mit den zugehörigen Rippen nicht in dauerndem Zusammenhang, sie bilden den frei hervorragenden Processus xiphoideus.

In ausgebildetem Zustand stehen die sieben cranialen Rippen mit dem Brustbein in direkter Verbindung, man nennt sie wahre Rippen, Costae verae[1]), die übrigen werden als falsche Rippen, Costae spuriae[2]), bezeichnet (*74*). Das ventrale Ende der achten bis zehnten Rippe ist jedesmal mit der vorhergehenden verbunden, so daß sich ihre Tätigkeit von der der wahren Rippen nicht trennen kann. Die beiden letzten sind soweit zurückgebildet, daß ihnen ein näherer Zusammenhang mit den nächst höheren ganz abgeht, sie führen den Namen freie Rippen: Costae fluctuantes.

Die ursprüngliche Knorpelanlage der Rippen bleibt in dem ventralen Teil der ausgebildeten Rippen bei Bestand, man hat daher ein Os costale und eine Cartilago costalis zu unterscheiden.

Das dorsale Ende der Rippenknochen ist mit der Wirbelsäule verbunden. Es beginnt mit einem verdickten Köpfchen, Capitulum costae, welches an seinem freien Ende eine Gelenkfläche, Facies articularis cap. costae trägt. Dieselbe ist von der zweiten bis zehnten Rippe durch eine Querleiste, Crista capituli, in zwei Felder geteilt, da jede derselben mit zwei Wirbelkörpern in Zusammenhang steht (*68*). An der ersten, elften und zwölften Rippe, welche nur mit je einem Wirbelkörper verbunden sind, fehlt diese Leiste. Auf das Köpfchen folgt der Rippenhals, Collum costae. Der obere Rand des Halses schärft sich an den mittleren Rippen zu einer breiten, platten, aufwärts konvexen Firste zu, Crista colli costae. An der ventralen Seite des unteren Randes findet man eine Hohlkehle, welche sich in den Sulcus costalis des Rippenkörpers fortsetzt.

Auf den Hals folgt an der dorsalen Seite der Rippe der Rippenhöcker, Tuberculum costae. Er ist in zwei Erhabenheiten geteilt; die untere trägt eine Gelenkfläche, Facies articularis tuberculi costae, zur Verbindung mit der an der Spitze des Querfortsatzes befindlichen Fovea costalis. Die obere ist eine Rauhigkeit zur Anheftung von Bändern (*68*).

An den Rippenhöcker schließt sich der Rippenkörper, Corpus costae, an. Er ist ein Knochenband, welches nach der Fläche und nach der Kante gebogen und

[1]) Costae sternales.

[2]) Costae liberae, Costae abdominales.

um die eigene Achse gedreht ist. Je nach der Stellung der einzelnen Rippen im Brustkorb sind diese Krümmungen in verschiedener Weise ausgebildet. Die innere konkave Seite des Rippenkörpers ist glatt, während die äußere konvexe eine Rauhigkeit, Angulus costae, aufweist (*68*). Seinen Namen führt der Winkel deshalb, weil die Rippe dort wie abgeknickt aussieht. Die Reihe der Rippenwinkel dient zum Ansatz von Sehnen; sie begrenzt seitlich die Furche, welche zur Aufnahme der Streckmuskulatur der Wirbelsäule dient. Da diese letztere nach oben hin einen immer schmaleren Raum einnimmt, rückt auch der Angulus cranialwärts immer näher an das Tuberculum heran, an der zweiten und ersten Rippe fällt es mit ihm zusammen (*75*). Die scharfe Firste des Halses verliert sich jenseits des Höckers, deshalb ist der obere Rand des Rippenkörpers gerundet. Der untere Rand dagegen erhebt sich vom Rippenhöcker ab allmählich zu einer scharfen Leiste, welche am vorderen Drittel des Körpers wieder verschwindet. An ihrer dem Innern des vegetativen Rohres zugewandten Seite trägt sie eine Furche, Sulcus costalis, für den Verlauf der Intercostalnerven und Gefäße (*68*).

Das leicht verdickte vordere Ende des Rippenknochens ist mit einer napfförmigen Vertiefung versehen, in welche sich der Rippenknorpel legt. Der Rippenknorpel ist weniger platt, als der Rippenknochen, seine Ränder sind gerundet. Der untere Rand des Knorpels der sechsten Rippe sendet in seinem dem Knochen benachbarten Teil einen kurzen, abgestutzten Fortsatz ab, welcher mit einer flachen Delle des oberen Randes der siebenten Rippe gelenkig verbunden ist (*74*). Ein ähnliches Rippenknorpelgelenk findet man in einer größeren Anzahl von Fällen auch zwischen fünfter und sechster Rippe (Fawkett, Bardeleben 1898). Die vorderen Enden der Knorpel der achten bis zehnten Rippe sind zugespitzt, sie legen sich jedesmal an den vorhergehenden Knorpel an. Die beiden letzten Rippen tragen ganz kurze Knorpelenden.

Die Rippenknochen und Rippenknorpel bilden zusammen je einen nach oben konkaven Bogen. Der Gipfel des Bogens ist an den oberen Rippen ungefähr da gelegen, wo Knorpel und Knochen zusammenstoßen, von der fünften an fällt er in den Knorpel. Er wird von oben an an jeder folgenden Rippe immer steiler, da sich deren Ansätze an dem relativ kurzen Brustbein zusammendrängen. An der sechsten und siebenten geht der Bogen sogar geradezu in eine Knickung über, um es ihnen zu ermöglichen, das Brustbein noch zu erreichen (*74*).

Die erste Rippe (*69*) nimmt in mehrfacher Hinsicht eine Ausnahmestellung ein. Daß Tuberculum und Angulus bei ihr zusammenfallen, wurde schon erwähnt. Außerdem ist sie, entsprechend der kegelförmigen Zuspitzung des Brustkorbes, besonders kurz und stark gekrümmt. Der Hals ist dünn, die Flächen sind breit. Sie sehen nach oben und unten, die Kanten nach innen und außen. Am konkaven Rand besitzt die erste Rippe in ihrer ventralen Hälfte eine Rauhigkeit oder ein kleines Höckerchen, Tuberculum scaleni[1]), welches dem seitlichen Ende des M. scalenus anticus zum Ansatz dient. Unmittelbar dahinter findet man eine breite, glatte, ganz schwach vertiefte Fläche, Sulcus art. subclaviae, über welche sich die genannte Arterie bei ihrem Austritt aus dem Brustkorb hinbiegt. Hinter ihr folgt dann wieder eine Rauhigkeit, an welche sich der M. scalenus medius anheftet.

Der Körper der zweiten Rippe (*70*) trägt an der nach oben und lateral gerichteten Fläche etwas hinter seiner Mitte eine breite Rauhigkeit, Tuberositas costae II, zum Ansatz einer Zacke des M. serratus anterior.

[1]) Tuberculum Lisfranci.

An der elften und zwölften Rippe (*71*) vermißt man Tuberculum costae und Crista capituli, an der zwölften auch den Rippenwinkel.

Die Rippen sind blutreiche, spongiöse Knochen. Ihr Periost ist kräftig, es läßt sich bei chirurgischen Operationen auf der Außenseite leicht abheben und erhalten; auf der Innenseite ist es sehr fest mit dem Knochen verbunden. Bei Frakturen kann es erhalten bleiben und dadurch eine Dislokation der Bruchenden verhindern. Die Rippenknorpel sind hyalin; sie sind sehr geneigt zu entarten. Nach Freund (1906) kann dies schon vom 16. Lebensjahr ab geschehen. Sie werden aufgetrieben, verfärben sich gelblich und nehmen eine faserige Struktur an. Endlich nehmen sie Kalksalze auf und werden starr. Tritt die Entartung schon in jüngeren Lebensjahren auf, dann befällt sie zunächst den zweiten und dritten Rippenknorpel und verbreitet sich von dort aus allmählich über den ganzen Brustkorb; beginnt sie erst in höherem Alter, dann werden häufig alle Rippenknorpel gleichzeitig befallen. Freund gibt an, daß der erste Rippenknorpel immer zuletzt ergriffen würde.

Das Brustbein, Sternum [1]), bildet sich, wie gesagt, aus den Sternalleisten der Rippen. Es müßte also eigentlich aus einer Anzahl von metamer angeordneten Teilstücken bestehen, welche durch Synchondrose miteinander verbunden sind [2]). An die Teilstücke und an die sie trennenden Synchondrosen müßten sich die Rippen in der Art ansetzen, wie sie dorsal jedesmal mit zwei Wirbeln und der zwischen ihnen befindlichen Bandscheibe in Verbindung stehen. Im erwachsenen Zustand verwischen sich jedoch diese Verhältnisse in mehrfacher Hinsicht, da erstens mehrere der Einzelstücke miteinander knöchern verwachsen und da zweitens das Brustbein an der Reduktion des ganzen Brustkorbes von unten her teilnimmt, wodurch sein caudaler Teil ebenfalls der Reduktion verfällt.

Das Brustbein (*72, 73*) ist ein platter, schmaler und langer Knochen. Seine Stellung und Krümmung wird von der Form des ganzen Brustkorbes maßgebend beeinflußt. Es steht in der Art schräg, daß sein craniales Ende der Wirbelsäule mehr genähert ist, als sein caudales und es zeigt sich bei hoch gewölbter Brust nach außen stärker konvex gebogen, als bei flacher. In gewissen Fällen ist es an der Stelle zwischen den Ansätzen der beiden zweiten Rippen winkelig geknickt [3]), was man auch am Lebenden als eine vorspringende Leiste erkennt. Unter dieser Stelle trägt die Außenfläche drei meist nur schwach angedeutete Querleisten, Spuren von Synchondrosen, durch welche einige Teilstücke in der Jugend miteinander verbunden waren. Die Hinterfläche ist glatt und flach gehöhlt. Das craniale Ende des Brustbeines ist nicht unerheblich verbreitert, was damit zusammenhängt, daß es dort den Schlüsselbeinen zur Anheftung und Stütze zu dienen hat. Bei Säugern, deren Schlüsselbein verkümmert ist, ist auch der entsprechende Teil des Brustbeines zurückgebildet. Sein caudales Ende, welches die Verbindung mit den zugehörigen Rippen aufgegeben hat, ist zu einem dünnen, zungenförmigen Blatt umgewandelt.

Die verschiedene Bedeutung der Teile des Brustbeines macht sich in der Art geltend, daß es im erwachsenen Körper aus drei Stücken besteht, welche man im Vergleich mit einem antiken Schwert als Handgriff, Manubrium, Körper, Corpus, und Schwertfortsatz, Processus xiphoideus [4]), unterscheidet (*72*). Die Stücke sind durch Synchondrosen miteinander verbunden.

[1]) Os pectoris.
[2]) In Fig. *82* des Atlas ist dies zufällig der Fall.
[3]) Angulus sterni, Ang. Ludovici.
[4]) Processus ensiformis.

An seinem freien Rand trägt das Brustbein drei Ausschnitte; der mittlere, Incisura jugularis[1]), ist frei, an die beiden seitlichen, Incisurae claviculares, lagern sich die medialen Enden der Schlüsselbeine (*73*). Die Incisura jugularis ist auch am Lebenden durch die Haut zu fühlen, sie erscheint durch die verdickten Enden der Schlüsselbeine, welche sie von beiden Seiten her flankieren, tiefer, als sie wirklich ist. Nach dem Körper zu verschmälert sich der Handgriff. Der Körper verbreitert sich nach unten etwas, um dann gerundet abzuschließen. Er ist bei Frauen breiter und um rund 2 cm kürzer, als bei Männern (*72*). Es dürfte dies mit der geringeren Ausbildung des weiblichen Brustkorbes im ganzen zusammenhängen.

Der Schwertfortsatz ist, wie andere rudimentäre Gebilde, von sehr wechselnder Ausbildung. Einmal ist er spitz ausgezogen, ein andermal endet er gerundet. Er kann in zwei Zacken auslaufen oder von einem Loch durchsetzt sein. Er kann nach außen oder nach innen abgebogen sein. Er bleibt oft bis ins hohe Alter knorpelig.

An den Seitenrand des Brustbeins setzen sich die sieben wahren Rippen an, die oberste unmittelbar unter den Schlüsselbeinausschnitten, die zweite an der Verbindung von Handgriff und Körper, die folgenden in Grübchen am Körper selbst, die siebente unmittelbar über der Verbindung von Körper und Schwertfortsatz. Die Ansätze nähern sich einander um so mehr, je weiter caudalwärts sie liegen.

Das Brustbein besteht aus einer lockeren Spongiosa, welche von dünner Corticalis überzogen ist. Seine nicht geringe Widerstandskraft erklärt sich durch die Festigkeit seines durch Bänder verstärkten Periostes.

## 4. Bandapparat der Rippen und des Brustbeins.

### a) Bänder am dorsalen Teil der Rippen.

Die Rippen sind mit den Wirbeln durch Gelenke verbunden, von deren Gelenkflächen bereits die Rede war. Die Pfanne der Articulationes capitulorum costarum wird von den beiden Gelenkflächen der Wirbelkörper und der zwischen ihnen liegenden Bandscheibe gebildet. Von der letzteren erstreckt sich das Lig. capituli costae interarticulare[2]) zur Crista capituli (*78*) und verbindet sich mit ihr, wodurch das Gelenk in ein zweikammeriges verwandelt wird. An den Gelenken der ersten, elften und zwölften Rippen, welche nur mit einem einzigen Wirbelkörper artikulieren, fehlt natürlich das interartikuläre Gelenkband. Die Gelenkenden sind an den zweikammerigen Gelenken mit Faserknorpel, an den einkammerigen mit Hyalinknorpel bekleidet. Die Kapseln sind dünn, die Gelenkhöhlen eng.

Bei den Rippenhöckergelenken, Articulationes costotransversariae (*79*), besitzen die Rippenhöcker eine leicht konvexe, die Spitzen der Querfortsätze leicht konkave Gelenkfläche, beide sind mit hyalinem Knorpel überzogen. Die Kapseln sind dünn und schlaff.

An dem Apparat der Haft- und Verstärkungsbänder des hinteren Endes der Rippen ist Schutz und Verstärkung der Gelenkkapseln nicht das Ausschlaggebende, sondern vielmehr die feste Verbindung der Rippen mit den Wirbeln, wodurch sie den oft erheblichen Gewalten zu widerstehen vermögen, welche den Zusammenhang zu lösen streben. Daß die Bänder im speziellen trotzdem in eine Anzahl verschiedener

[1]) Incisura semilunaris.
[2]) Cartilago interarticularis.

Züge zerfallen, kommt daher, daß die Wirbel mit ihrem Körper, Bogen und Querfortsatz keine einheitliche Ansatzfläche darbieten, und daß die Nerven und Gefäße, welche den Wirbelkanal verlassen oder ihn aufsuchen, die Bänderzüge zerspalten.

An der Vorderseite findet man die Ligg. capit. cost. radiata[1]) (*76, 80*), starke Bänder, welche sich, vom Rippenköpfchen aus fächerförmig ausstrahlend, zu den Wirbelkörpern herüber erstrecken. Sie heften sich an diesen unter dem Lig. commune ant. an. Da sie zu den beiden beteiligten Wirbeln und der zwischen ihnen liegenden Bandscheibe gehen, ist ihr Ansatz nicht selten in drei Abteilungen zerspalten. An den oberen Rippen sind die oberen, an den unteren die unteren Züge des Bandes stärker entwickelt (Fick). Auch an der Hals- und Lendenwirbelsäule finden sich Bänderzüge, welche den Ligg. radiata entsprechen.

An der Rückseite der dorsalen Rippenenden strahlen die Bänderzüge ebenfalls fächerförmig und zwar vom Rippenhöcker aus, doch sind sie hier, den osteologischen Verhältnissen entsprechend, weit mehr individualisiert, wie vorne (*77*). Ein sehr starkes und kurzes Band, Lig. tuberculi costae, geht von diesem zur Spitze des Querfortsatzes des zugehörigen Wirbels. Ein zweites, Lig. costotransversarium poster.[2]), geht vom Rippenhöcker schräg aufwärts zum Bogen in der Gegend der Wurzel des Querfortsatzes des nächsthöheren Wirbels; durch Gefäße und Nerven, welche es nahe seinem Ende durchsetzen, wird der Ansatz in zwei Bündel gespalten. Ein drittes Band steigt noch steiler auf, vom Rippenhöcker zur Tuberosität des Querfortsatzes des nächsthöheren Wirbels, Lig. tuberculi costae sup. Es ist in seiner Ausbildung sehr variabel, bald stark, bald schwach.

Zu diesen radiär verlaufenden, ventral und dorsal gelegenen Bändern kommen noch kräftige Bandmassen, welche den Raum zwischen Querfortsatz und Rippenhals ganz ausfüllen, Lig. colli costae[3]) (*79*). Sie halten beide besonders wirksam zusammen.

Die beiden einander gegenüberliegenden Ränder des dorsalen Teiles zweier Rippen werden durch eine Membran miteinander verbunden, das Lig. intercostale internum (*77*), welche aus der Fascie zwischen äußerem und innerem Intercostalmuskel hervorgeht. Hört der letztere eine kurze Strecke vor dem dorsalen Ende der Rippen auf, dann verstärkt sich die Fascie zu dem genannten Band. Das mediale Ende desselben wird zu einem kräftigen, oft aus mehreren Schichten bestehenden Bänderzug, dem Lig. costotransversarium anterius[4]) (*76*), welches von der oberen scharfen Kante des Rippenhalses zum unteren Rand der nächsthöheren Rippe und zum Querfortsatz aufsteigt, mit welchem sie artikuliert. Zwischen dem medialen Rand des Bandes und dem Wirbelkörper bleibt eine ovale Öffnung, Foramen costotransversarium (*80*), in welcher die Teilung des Spinalnerven in seinen vorderen und hinteren Ast erfolgt. Das Loch entspricht den vorderen Kreuzbeinlöchern.

Zwischen der letzten Rippe und dem Hüftbeinrand spannt sich eine Membran aus, Lig. lumbocostale[5]) (*81*). In ihrer Stärke schwankt sie sehr, bald ist sie kaum zu präparieren, bald sehr kräftig, bald gleichmäßig dick, bald in der Mitte ihrer Länge erheblich verdünnt. Sie besteht aus vielfach gekreuzten Bündeln, welche außer an

[1]) Ligg. costo-vertebralia radiata.

[2]) Lig. colli costae sup. ad arcum, Fick.

[3]) Membrana obturatoria costo transversaria, Fick. Eine Unterscheidung in ein Lig. c. c. sup. und inf., wie sie manche Autoren machen, ist unnötig.

[4]) Lig. colli costae sup. ant., Fick.

[5]) Vorderes Blatt der Fascia lumbodorsalis.

Rippe und Hüftbeinrand auch an sämtlichen Querfortsätzen der Bauchwirbel festgeheftet ist. Sie setzt sich aus verschiedenen Elementen zusammen. Deutlich sind die Lig. costotransversaria ant. kenntlich, welche wie an der Brust zur Herstellung der For. costotransversaria beitragen. Die an sie angeschlossenen Ligg. intercost. int. fließen mit der Sehne des M. transvers. abdom. zusammen. Bündel der Sehne des M. quadratus lumborum hängen in breiten Platten oder in schmäleren Strängen mit ihr zusammen. Das Band ist insoferne von topographischer Bedeutung, als es die Grenzscheide zwischen der Bauchhöhle und den tiefen Rückenmuskeln bildet.

### b) Bänder am ventralen Teil der Rippen und am Brustbein.

Wie oben schon erwähnt wurde, setzt sich die erste Rippe unmittelbar unter den Schlüsselbeingruben an den Handgriff des Brustbeines fest, die zweite an die Verbindung von Handgriff und Körper. Die dritte Rippe gelangt an die Stelle des Brustbeinrandes, an welcher das erste und zweite primäre Teilstück des Körpers zusammenstoßen. Die Stelle befindet sich genau in der Mitte des ganzen Brustbeines, abgesehen vom Schwertfortsatz. Die vierte Rippe setzt sich an die Grenze zwischen zweitem und drittem, die fünfte zwischen drittem und viertem Teilstück an. Die beiden letzten wahren Rippen drängen sich an diesem letzteren unmittelbar aneinander (*82*).

Die erste Rippe ist mit dem Brustbeinrand noch in ursprünglicher Weise in der Art verbunden, daß ihr Knorpel direkt in diesen übergeht. An den folgenden Rippen aber bilden sich Gelenke aus, bei welchen das Brustbein die Pfanne, das Rippenende den Kopf liefert. Ähnlich den Rippenköpfchengelenken müßten diese Gelenke sämtlich ein interartikuläres Band, Lig. sternocostale interarticulare (*82*), besitzen, welches die Synchondrosen zwischen den Teilstücken des Brustbeines mit dem von der Spitze der Rippe gebildeten Gelenkkopf verbindet, so daß ein Gelenk mit zwei Kammern entstünde. Ein solches findet man aber regelmäßig nur am Ansatz der zweiten Rippe, wo ja zwischen Handgriff und Körper des Brustbeines die Synchondrose auch dauernd erhalten bleibt. An den beim Erwachsenen verknöcherten Synchondrosen des Brustbeinkörpers werden sie seltener. Schon an der dritten Rippe ist es nur in einem Fünftel der Fälle erhalten, weiter unten in immer mehr abnehmender Zahl. Auch die Gelenkhöhle selbst wird immer häufiger durch eine Synchondrose ersetzt, je weiter caudalwärts die Rippen liegen (Tschaussow 1891). Man sieht, daß die Reduktion des Brustkorbes von unten nach oben auch in diesen Einzelheiten zur Geltung kommt.

Die Spitzen der falschen Rippen sind durch straffe Bänder mit der nächst oberen zusammengehalten, doch kommt es auch hier zuweilen zur Ausbildung einer kleinen Gelenkspalte. Die erwähnten Rippenknorpelgelenke an der oberen und unteren Seite des sechsten Rippenknorpels (S. 36) sind vom Perichondrium überzogene Spalten, welche zu Bemerkungen keinen Anlaß geben.

Von den Synchondrosen, welche die drei Teile des Brustbeines miteinander verbinden, ist nur zu berichten, daß sie zunächst den Knochenenden aus hyalinem, in der Mitte aus Faserknorpel bestehen. In der Verbindung zwischen Manubrium und Corpus beobachtet man zuweilen das Auftreten eines Halbgelenkes. Eine knöcherne Ankylose dieser Synchondrose gehört zu den Seltenheiten.

Was die Haft- und Verstärkungsbänder anlangt, so strahlen von dem vorderen Ende der Rippen in ganz ähnlicher Weise Bänderzüge fächerförmig auf die Vorderseite des Brustbeines aus, wie am hinteren Ende von den Rippenköpfchen auf die Wirbelkörper, die Ligg. sternocostalia radiata (*83*). Sie werden von oben nach

unten immer stärker und durchflechten sich mit den gleichen Bändern der Nachbarrippen. Auch mit denen der Gegenseite tauschen sie Fasern aus, so daß aus der Verfilzung aller dieser Züge nebst dem Periost und den Sehnenfasern der am Brustbein angehefteten Muskeln eine kräftige Membran, Membrana sterni (*83*) entsteht, welche dem Knochen eine nicht gering anzuschlagende Widerstandskraft verleiht.

An der Rückseite des Brustbeines (*84*) findet man ebenfalls radiäre, von den Rippenenden ausgehende Faserzüge, doch sind sie weit weniger ausgebildet, wie vorne. Hier verstärken hauptsächlich longitudinale Faserzüge das Periost. Man findet sie nur im Mittelteil der Brustbeinfläche, da die beiden Seiten von den Ursprüngen der Mm. transvers. thorac. eingenommen werden. Sie sind recht widerstandskräftig und verhindern bei Querbrüchen des Brustbeines meist Dislokationen der Bruchenden nach innen in den Brustraum.

Die Ligg. intercostalia ext. (*83*), welche die einander zugekehrten Ränder der Rippenknorpel miteinander verbinden, sind insoferne von anderer Bedeutung, wie die oben (S. 39) genannten Ligg. interc. int., als sie sich nicht aus Fascien fortsetzen, sondern die sehnig gewordene Fortsetzung der äußeren Intercostalmuskeln darstellen. Diese hören mit dem vorderen Ende der Rippenknochen auf und werden zwischen den Knorpeln durch gleichgerichtete Bänderzüge ersetzt, welche sich bis zum Brustbeinrand hin erstrecken.

Zu ihnen gehören die Bänderzüge, Ligg. costoxiphoidea (*83*), welche den Winkel zwischen dem Rippenbogen und dem Schwertfortsatz ausfüllen. Sie fließen nach unten mit den Sehnenfasern des M. obliquus abdom. ext. zusammen.

An der Innenseite der Mm. intercostales int. findet man sowohl hinten wie vorne derbere Bandstreifen, welche den Verlauf des M. subcostalis und M. transversus thoracis fortsetzen [1]).

## 5. Der Brustkorb, Thorax, im ganzen.

Die Grundform des Brustkorbes ist die eines Kegels mit unterer Basis und oberer Spitze (*74, 75*). Sie entsteht dadurch, daß die Rippen von oben nach unten immer länger werden. Der Querschnitt des Conus ist aber an keiner Stelle so groß, wie er sein müßte, wenn die Rippen in der Horizontalen lägen. Sie wenden sich vermöge ihrer Kantenkrümmung nach abwärts, wodurch der Brustkorb auf Kosten seiner Weite an Länge gewinnt. Die vorhandene Abflachung des Brustkorbes steht in Zusammenhang mit der aufrechten Stellung des Menschen; vierfüßig gehende Säugetiere besitzen einen kielförmig gestalteten Thorax. Da die Rippen gleich von ihrem Ansatz an den Wirbeln nach hinten ausbiegen, so zeigt der Thorax am Rücken zu beiden Seiten der Wirbelsäule eine langgestreckte Wölbung, welche in der Mitte der Länge am stärksten ausgebildet ist, um nach oben und unten flacher zu werden. Der Konvexität außen entspricht eine Konkavität innen, Sulcus pulmonalis genannt (S. oben Fig. 1). In der Mitte zwischen den beiden Ausbiegungen springt die Reihe der Wirbelkörper in das Innere des Brustraumes vor, wodurch dessen Querschnitt eine nierenförmige Gestalt annimmt. Weiter nach vorne wird die Biegung der Rippen flacher, um im Brustbein ganz aufzuhören (Planum sternale).

[1]) Sie werden von manchen Autoren als Ligg. intercostalia interna beschrieben; sind mit diesen aber nicht zusammenzuwerfen, da sie eine andere morphologische Bedeutung haben.

Die absteigende Richtung der Rippen ist nicht immer die gleiche; ist sie sehr steil, dann wird der Thorax länger und flacher, wie dies bei weniger gut gebauten Menschen der Fall ist. Bei kräftigen Personen sind die Rippen weniger gesenkt, der ganze Brustkorb ist kürzer und in sagittaler Richtung stärker gewölbt.

Der skeletierte Brustkorb ist oben und unten offen, Apertura thoracis superior und inferior. Die erstere ist kartenherzförmig gestaltet und zeigt eine um $30^0$ gegen die Horizontalebene absteigende Lage, so daß sie sich nach vorne um zwei Wirbelhöhen senkt. Sie ist nicht immer gleich geräumig. Ist sie eng, dann wird dadurch die Ventilation der von ihr umschlossenen Lungenspitze behindert und deren tuberkulöse Erkrankung begünstigt. Die letztere hat eine sehr unregelmäßige Gestalt. Da die unteren Rippen nach dem Brustbein aufsteigen, entsteht unter dem letzteren ein winkeliger Ausschnitt, Angulus infrasternalis (*74*), welcher in der Norm einen Winkel von etwa $70^0$ umschließt, doch wechselt derselbe in gewissen Grenzen.

Die zwischen den Rippen bleibenden Räume, Spatia intercostalia, müssen natürlich ganz der Form der Rippen folgen. Sie steigen also, wie sie, schräg von hinten nach vorne ab. Der zweite und dritte ist in seiner ganzen Länge von gleicher Höhe, der erste spitzt sich nach dem Brustbein ein wenig zu, die folgenden erweitern sich nach vorne. Besonders gilt dies für den fünften und sechsten Intercostalraum, für die tiefer gelegenen etwas weniger.

Die große Elastizität des Brustkorbes wird hervorgerufen durch die Federkraft der Rippenknochen und besonders durch die der Rippenknorpel. Von diesen letzteren ist der der ersten Rippe am kürzesten, der der zweiten übertrifft ihn kaum. Von da ab werden die folgenden immer länger und es weicht die Linie, welche die Vereinigungspunkte von Knochen und Knorpel bilden, nach unten ganz allmählich lateralwärts ab. Am längsten sind die Knorpel der sechsten und siebenten Rippe, was mit deren Knickung zusammenhängt. Die Knorpel der falschen Rippen werden wieder kürzer, da sie das Brustbein nicht mehr erreichen. Einem Druck, welcher den Brustkorb trifft, gibt er dieser Beschaffenheit der Rippen wegen federnd nach und zwar stärker einem solchen, der von vorne einwirkt, als einem von der Seite kommenden. Man kann den Thorax auch manuell zusammendrücken. Sogar die Stellungen des Körpers beeinflussen seine Form. In der Rückenlage wird er abgeflacht, ebenso wird er in der Bauchlage zusammengedrückt. In der Seitenlage verringert sich die unten liegende Seite, während die obere besonders frei und beweglich wird. Bei Erkrankungen der einen Lunge legen sich die Patienten daher lieber auf die kranke Seite, um die gesunde für die Atmung voll ausnützen zu können.

Die Bewegungen, welche der Brustkorb zum Zwecke der Atmung ausführt, bestehen in einer Hebung und Senkung der Rippen. Die Hebung geschieht durch reine Muskelaktion, während die Senkung durch Muskeltätigkeit, durch ein Zurücksinken in die Ruhelage und durch die Schwere des Bauches, welche die Rippen herabzieht, bedingt wird. Die beiden Gelenke am Wirbelende der Rippen wirken stets zusammen und zwar dreht sich jedes Paar um Achsen, welche sich vor dem Wirbelkörper in einem immer spitzeren Winkel schneiden, je weiter die Querfortsätze im unteren Teil der Brustwirbelsäule zurückweichen. Wegen der schief abwärts gerichteten Stellung der Rippenkörper werden dieselben bei der Bewegung nicht nur gehoben, sondern es entfernt sich auch ihr vorderes Ende von der Wirbelsäule. Weiter bedingt es die Neigung der Drehungsachse nach hinten, daß die Rippen außerdem noch eine seitwärts gerichtete Ablenkung erfahren und zwar nach dem Gesagten je weiter nach unten um so mehr. Der Brustraum wird also durch die Hebung der Rippen sowohl

in sagittaler, wie in transversaler Richtung erweitert. Der Ausschlag, welchen die Rippenhebungen machen, muß im Gipfel des von den Rippen gebildeten Bogens am größten sein und muß sich auch mit der Länge der Rippen vergrößern. Man findet danach, daß man die respiratorischen Exkursionen hinten am wenigsten, vorne am ausgiebigsten wahrnimmt, und daß sie oben, wo die kürzesten Rippen sind, den weiter unten gelegenen gegenüber am schwächsten zur Geltung kommen müssen. Dies ist ein für die Ventilation der Lungenspitzen ungünstiges Verhalten.

Die Rippenknorpel sind durch ihre Elastizität befähigt, den Bewegungen der Rippenknochen nachzugeben, ihre Winkel verkleinern oder vergrößern sich, sie erleiden eine Torsion. Erstarren die Knorpel durch Verkalkung (S. 37), dann werden sie in Inspirationsstellung fixiert (Freund 1906).

Auch das Brustbein nimmt in seiner Synchondrose zwischen Handgriff und Körper an der Bewegung teil, und zwar erfährt der Winkel zwischen beiden (Angulus Ludovici) [1]) bei der Einatmung eine Abflachung, bei der Ausatmung eine Verstärkung. Die respiratorische Schwankung beträgt beim Manne 14°, bei der Frau 12° (Rothschild 1899).

Wird die Inspiration sehr tief, dann sieht man, daß sich auch die Brustwirbelsäule streckt, soweit dies möglich ist, um auch ihrerseits an der Erweiterung des Brustraumes mitzuwirken.

Entwickelung. Oben wurde bereits erwähnt, daß die Entwickelung der Rippen und des Brustbeines eng zusammengehören. Die ersteren wachsen als dünne Knorpelstäbchen von der Wirbelsäule aus in den Myosepten nach vorn. Sie vereinigen sich an ihren vorderen Enden zu den Sternalleisten. Diese rücken sich immer näher und verschmelzen endlich in der Mittellinie von oben her beginnend am Ende des zweiten Monats zum knorpeligen Brustbein. Über dem Manubrium erscheint beiderseits ein kleines Knorpelstückchen, Os suprasternale, welches vermutlich mit einer unteren Halsrippe zusammengehört; es verschmilzt später mit dem Handgriff. Eine Knorpelplatte, welche am Sternalteil des Sternoclaviculargelenkes auftritt, wird dem Episternum der Säuger als gleichwertig erachtet (Bonnet 1909). Der Processus xiphoideus wird von Ruge (1880) genetisch mit den Vorderenden der achten und neunten Rippe in Zusammenhang gebracht.

Die Verknöcherung der Rippen beginnt Ende des zweiten Fetalmonats von einem im Rippenkörper auftretenden Ossificationspunkt aus. Derselbe breitet sich rasch nach beiden Seiten hin aus. In Köpfchen und Höcker entstehen in der Zeit vom 8.—14. Lebensjahr Epiphysen, welche nach dem 18. Jahr mit der Rippe verschmelzen (*85, 86*). Die Ossification des Brustbeines beginnt im 6. Fetalmonat mit einem unpaarigen Knochenkern im Handgriff; ihm schließen sich im Körper noch mehrere an, teils paarige, teils unpaarige, welche mehr oder weniger an eine metamere Anordnung erinnern; doch ist die Unregelmäßigkeit groß. Die einzelnen Stücke des Körpers sind zuletzt durch lineare Synchondrosen verbunden, ihre Verknöcherung erfolgt meist von unten nach oben bis zum 20. Lebensjahr (*87, 88*).

Altersunterschiede. Beim Neugeborenen ist der Brustkorb faßförmig, seine Wölbung ist eine stärkere als beim Erwachsenen. Er dehnt sich in den ersten Lebenstagen mit der Regelung der Atmung sichtlich aus. Das Wachstum schreitet in der Jugend in allen Dimensionen gleichmäßig fort, am raschesten während der Pubertätsentwickelung. Erst um das 30. Lebensjahr ist es vollständig abgeschlossen. In der Jugend ist der Brustkorb außerordentlich elastisch, im Alter verknöchern die Rippenknorpel, wie es S. 37 bereits erwähnt wurde. Daß eine Verknöcherung der Synchondrose zwischen Handgriff und Körper des Brustbeines selten ist, wurde ebenfalls schon erwähnt, Körper und Schwertfortsatz ankylosieren im Alter sehr häufig.

Geschlechtsunterschiede. Der weibliche Brustkorb ist kleiner und besonders kürzer als der männliche. Es hängt damit die erwähnte Kürze des weiblichen Brustbeinkörpers zusammen, sowie ein weniger steiles Absteigen der Rippen. Der weibliche Thorax ist jedoch nach dem Rücken

[1]) Der Name ist insoferne ohne Berechtigung, als Louis, nach welchem er genannt ist, den Winkel gar nicht erwähnt.

zu und in seinem oberen Teil stärker gewölbt als der männliche, es ist denn auch die Flächenkrümmung des hinteren Rippenteiles bei der Frau stärker als beim Manne und ihre erste und zweite Rippe ist absolut länger. Die größere Geräumigkeit des oberen Thoraxteiles bei der Frau, die geringere beim Manne erklärt den verschiedenen Respirationstypus beider Geschlechter. Der Mann benützt im ganzen lieber die Kontraktion des Zwerchfelles zur Erweiterung seines Brustraumes (abdominaler Typus), die Frau die Hebung der Rippen und zwar besonders die des oberen Thoraxteiles (costaler Typus). Doch wechselt der Typus bei der Frau vielfach. Bei Kindern ist der Wechsel zwischen Thorax- und Zwerchfellatmung noch häufiger. Im Alter kann auch die Frau wegen der aufgehobenen Beweglichkeit der Rippen nur nach abdominalem Typus atmen.

Varietäten. Die Enden der siebenten Rippen kommen nicht selten vor der Synchondrose zwischen Körper und Schwertfortsatz des Brustbeines zusammen, Zuweilen ist auch die achte Rippe mit dem Brustbein verbunden, in einem Fall sogar die neunte (Bardeleben). Selten ist es, daß sich nur sechs am Brustbein anheften. Die Zahl der Rippen kann sich dadurch vermehren, daß am siebenten, äußerst selten am sechsten Halswirbel eine freie Rippe auftritt, welche meist nur kurz und stummelförmig ist, aber zuweilen bis zum Ansatz am Brustbein ausgebildet sein kann. Ist sie länger als 5,6 cm, dann übt sie auf die topographische Lage der benachbarten Weichteile (M. scalenus ant., Art. subclavia, Pleurakuppel) einen maßgebenden Einfluß aus. Auch am ersten Lendenwirbel, selbst an mehreren, kommen freie Rippen vor. Umgekehrt trägt hie und da der letzte Brustwirbel keine solche. Die letzte Rippe schwankt überhaupt in ihrer Ausbildung sehr, sie kann bis zur Länge des Querfortsatzes eines Bauchwirbels verkümmern. In seltenen Fällen wird der vordere Teil der ersten Rippe durch einen bindegewebigen Strang ersetzt. Rippen, welche sich in dem vorderen Teil ihres Körpers erst beträchtlich verbreitern und dann gabeln, sind nicht selten. Sie setzen sich entweder mit zwei getrennten Knorpeln am Brustbein fest oder sie fließen vor ihrem Ende wieder zu einem einzigen zusammen. Auch zwei normale Rippen können sich mittelst eines gemeinsamen Knorpels am Brustbein anheften. Zuweilen senden sich die Rippen in der Gegend der Höcker Fortsätze entgegen, welche miteinander artikulieren (Tierähnlichkeit, Chelonier). In seltenen Fällen läßt das Brustbein vom Proc. xiphoideus oder vom Körper Rippenrudimente ausgehen.

Die Form des Brustbeines weicht zuweilen von der normalen mehr oder weniger ab. Selten ist es, daß die mediane Verschmelzung der beiden Sternalleisten ausbleibt oder doch sehr unvollständig ist, so daß man die Pulsationen des nur von Weichteilen bedeckten Herzens durch die Haut sieht (Fissura sterni congenita). Die geringsten Grade der Spaltung sind die häufig beobachteten runden Löcher im Brustbein und im Schwertfortsatz und die gabeligen Teilungen des letzteren. Ossa suprasternalia (S. 43) nennt man kleine, erbsenförmige Knöchelchen, welche dem oberen Rand des Brustbeinkörpers neben der Incisura jugularis aufsitzen. Gegenbaur deutet sie als Reste des Episternums.

Praktische Bemerkungen. Der Brustkorb, sein Inhalt und seine Bedeckungen stehen in innigen Wechselbeziehungen zueinander; es kann einerseits das Knochengerüst primär deformiert sein, wodurch der Inhalt des Brustraumes Lage- oder Volumensveränderungen erfährt, es kann anderseits auch der Inhalt einen deutlichen Einfluß auf den Brustkorb ausüben. Die äußere Besichtigung kann in dieser Hinsicht sehr belehrend sein. Das eine Mal ist die Brust schmal und lang, was zu manchen Krankheiten, besonders solchen der Lungen, disponiert. Ein andermal ist der Brustkorb übertrieben gewölbt und faßförmig gestaltet, wobei auch der Sternalwinkel deutlicher hervortritt, was für höhere Grade von Lungenemphysem charakteristisch ist. Lungenschrumpfung ruft das Zusammensinken der einen Thoraxhälfte hervor, ein großer Erguß in die Pleurahöhle kann sie ausdehnen.

Daß die weichen Rippenknorpel besonders leicht nachgeben, ist natürlich. Verbiegen sich dieselben nach außen, dann entsteht das Pecten carinatum der Rachitischen, verbiegen sie sich nach innen, dann entsteht die Trichterbrust, welche den Raum zwischen dem in die Tiefe verlagerten Brustbein und der Wirbelsäule außerordentlich beengt. Das Korsett drückt die Rippenknorpel fast bis zum Verschwinden des Angulus hyposternalis zusammen.

Bei geringen Graden von Verkrümmungen der Wirbelsäule erweisen sich die biegsamen Rippenknorpel allein imstande, einen Ausgleich herbeizuführen. Bei höheren Graden müssen sich auch die Rippenknochen den veränderten Verhältnissen anpassen. Dies geschieht oft so gut, daß man erstaunt ist, bei Sektionen pathologische Veränderungen vorzufinden, welche man in dieser Ausdehnung bei Untersuchung des Lebenden nicht erwartet hatte.

Die Verbindung des Brustkorbes mit den Muskeln der Umgebung hat auch ihre Bedeutung. So beeinflußt der Ansatz des Zwerchfelles an die Ränder der unteren Brustapertur deren Stellung in der Art, daß man sie am Lebenden durch das regelmäßige Auf- und Absteigen einer schattenhaften Linie erkennt (Zwerchfellphänomen). Durch Hochheben der Arme üben die Ansätze der großen Extremitätenmuskeln am Thorax einen Zug auf diesen aus, wodurch sich Rippen und Brustbein heben und so die Inspirationsstellung einnehmen. Man benützt dies zur Einleitung der künstlichen Atmung. Diese Muskeln können, wenn auch selten, eine solche Kraftwirkung entfalten, daß das Brustbein eine Kontinuitätstrennung erfährt.

Was Rippen und Brustbein im einzelnen betrifft, so ist die Elastizität der ersteren schon mehrfach erwähnt worden. Sie ist in der Jugend so bedeutend, daß man bei schweren Insulten durch Druck, Stoß od. dgl. manchmal eher eine Zerreißung der Organe des Brustraumes eintreten sieht, ehe sie brechen. Trifft eine von der Seite her wirkende Gewalt die Rippen, dann können sie allerdings leicht eine Fraktur erleiden. Besonders gilt dies für die fünfte und sechste, da sie stark exponiert und durch die Verhältnisse der Knorpel weniger begünstigt sind, als die ebenso freiliegenden folgenden Rippen. Luxationen an den Enden der Rippen werden hinten niemals, vorne äußerst selten beobachtet; der Bandapparat ist so haltbar, daß die Rippe schon bricht, ehe er bis zum äußersten in Anspruch genommen ist. Subluxation der Knorpel-Brustbeingelenke kommen zuweilen bei ganz gesunden Personen vor. Sind im Alter die Rippenknorpel verknöchert und hat überdies die Festigkeit der Rippenknochen durch Rarefikation gelitten, dann kommen Rippenbrüche natürlich leichter zustande, wie in der Jugend. Halsrippen können den Plexus brachialis komprimieren und dadurch Reiz- und Ausfallserscheinungen in dessen Gebiet hervorrufen (Oppenheim 1908).

Das Brustbein ist schweren Verletzungen trotz seiner exponierten Lage nur wenig ausgesetzt, da es von den Rippenknorpeln federnd in seiner Lage gehalten wird und daher leicht nachgeben kann. Auch sind die Bindegewebsbedeckungen seiner beiden Flächen außerordentlich widerstandskräftig. Sie leisten einem konstant wirkenden Druck besser Widerstand, wie der Knochen selbst, welcher durch andringende Aneurysmen und Tumoren früher konsumiert wird, wie sie. Bei Verrenkungen zwischen Handgriff und Körper bleibt die zweite Rippe mit dem ersteren verbunden. Luxationen des Schwertfortsatzes werden nicht beobachtet, was sich aus seiner großen Beweglichkeit bei erhaltener Synchondrose ohne weiteres erklärt.

Ist der Knorpel der ersten Rippe sehr kurz oder besonders steif, dann wird die Lungenspitze schlecht ventiliert, und es kommt leichter zur tuberkulösen Erkrankung der Lungenspitze, als wenn er normal ausgebildet ist. Freund (1859—1907) hat deshalb vorgeschlagen, in passenden Fällen die erste Rippe operativ beweglicher zu machen. Die Operation soll in einer Reihe von Fällen günstig gewirkt haben. Sumita (1911) ist im Gegensatz zu Freund der Ansicht, daß die Veränderung des Rippenknorpels eine Folgeerscheinung der Lungenspitzentuberkulose ist und meint die Operation ablehnen zu sollen. Die gleichen Meinungsverschiedenheiten bestehen in bezug auf die Veränderungen der Rippenknorpel bei Emphysem. Freund hält sie für primär, das Emphysem für secundär; Sumita ist der gegenteiligen Ansicht. Dies mag sein, wie es will, jedenfalls ist die von Freund vorgeschlagene Durchschneidung einer starr gewordenen oberen Rippe von wohltätigem Erfolg.

Der Louissche Winkel des Brustbeines soll nach älteren Angaben bei Phthisikern besonders deutlich sein; dies ist jedoch nach neueren Untersuchungen nicht der Fall, sondern er tritt vielmehr bei Emphysematikern stärker hervor, bei Phthisikern ist er sogar besonders flach. Verknöcherung und Exostosenbildung an der Vorderseite des Brustbeines können bei Phthisikern einen stärker ausgebildeten Louisschen Winkel vortäuschen (Rothschild).

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß das Korsett eine starke und dauernde Deformierung des Brustkorbes hervorbringen kann, die Rippen steigen steil abwärts, die unteren Knorpel sind stärker geknickt als gewöhnlich und sie können sich der Mittellinie so sehr nähern, daß das Epigastrium, wie schon erwähnt, fast verschwindet. Die untere Brustapertur ist verengert.

# II. Schädel, Cranium.

Der Kopf bildet das vordere Ende des Stammes der vierfüßig gehenden Wirbeltiere. An ihm findet sich der Anfang des Darmschlauches, in welchen die Nahrung aufgenommen wird. In der unmittelbaren Nähe dieses Einganges sind die höheren Sinnesorgane angebracht, welche bei dem Aufsuchen und Ergreifen der Beute wirksame Hilfe zu leisten haben. Die Sinnesorgane aber verlangen wieder die ausgiebige Ausbildung des Vorderendes des Centralnervensystems zum Gehirn, in welchem die gewonnenen Eindrücke zu verknüpfen und nutzbar zu machen sind. Alle diese Dinge sind durch knöcherne Umhüllungen und Stützen gesichert und gebrauchsfähig gemacht. Dieselben setzen sich zum Schädel zusammen. Es ist danach klar, daß die Bildung des Schädels mit der Ausbildung der in und an ihm angebrachten Organe in der allerintimsten Wechselbeziehung stehen muß. Ein kleines Gehirn verlangt auch nur eine kleine Schädelkapsel und umgekehrt. Die Beschaffenheit der Nahrung und die Art ihrer Aufnahme beeinflußt maßgebend die knöcherne Umgebung der Mund- und Rachenhöhle und kann ihren Einfluß selbst auf solche Teile des Schädels erstrecken, welche ganz unbeteiligt zu sein scheinen (Kaumuskulatur). Die Kapseln der Sinnesorgane sind ebenfalls von Bedeutung, da sie nach Bedarf das eine Mal geräumiger, das andere Mal enger ausgebildet sind. So kann man schon durch die Betrachtung des Schädelskeletes allein weitgehende Schlüsse auf die Weichteile des Kopfes ziehen. Beim Menschen existiert auch eine Beziehung zwischen der aufrechten Stellung des Körpers und der Schädelbildung, ohne entscheiden zu wollen, ob die aufrechte Stellung oder die Ausbildung der den Kopf zusammensetzenden Organe das Primäre ist.

In seiner Entwickelung setzt sich der Schädel aus zwei Teilen zusammen, dem knorpeligen Primordialcranium, welches die Unterlage für das Gehirn und die Kapseln für Gehör- und Gesichtsorgane bildet, Neurocranium, und aus den Stützen für den Anfang des Eingeweiderohres, Splanchnocranium. Im Primordialcranium hat man wieder den chordalen Teil von dem prächordalen Teil zu unterscheiden. Der erstere schließt sich durch den Besitz des vorderen Endes der Chorda dorsalis der Wirbelsäule an, der letztere hat mit der Wirbelsäule keine nachweisbaren Beziehungen mehr. Die knorpelige Schädelanlage wird ergänzt durch die erwähnten Deckknochen, welche die Schädelkapsel schließen und den größten Teil des Gesichtsskeletes bilden. Es wäre nun erwünscht, wenn es möglich wäre, die Einteilung der Knochen des fertigen Schädels ganz auf genetischer Basis aufzubauen. Daran ist aber nicht zu denken, da sich die vorhandenen Unterschiede bei fortschreitender Entwickelung vielfach verwischen und neue Anordnungen auftreten, welche in der ursprünglichen Anlage nicht vorgesehen waren. Es entstehen einerseits Trennungen, andererseits Verwachsungen, selbst solche von Teilen ganz verschiedener Herkunft. Primordiale Knochen verschwinden ganz und es treten an ihre Stelle Belegknochen. Man wird natürlich bei der Einteilung die entwickelungsgeschichtliche Seite stets so viel berücksichtigen, wie es möglich ist, man wird aber auch der topographischen ihr Recht lassen müssen. Daß dabei dem subjektiven Ermessen ein weiterer Spielraum bleibt, beweist ein Blick in die verschiedenen Hand- und Lehrbücher, von welchen kaum zwei den Stoff in gleicher Weise gliedern.

Es sollen hier unterschieden werden die Knochen des Hirnschädels und die des Gesichtes:

Ossa cranii cerebralis.

1. Os occipitale.
2. Os sphenoidale.
3. Os temporale.
4. Os parietale.
5. Os frontale.

Ossa faciei.

6. Os ethmoidale.
7. Concha nasalis inferior.
8. Os lacrimale.
9. Vomer.
10. Os nasale.
11. Maxilla.
12. Os palatinum.
13. Os zygomaticum.
14. Mandibula.
15. Os hyoideum.

Die beiden letztgenannten Knochen bilden den Hauptteil des Splanchnocraniums. Zu ihnen gehören die Gehörknöchelchen, Malleus, Incus und Stapes. Diese aber haben sich von ihnen vollständig getrennt und sind in das Innere des Mittelohres verlagert. Sie werden deshalb zweckmäßig hier zurückgestellt und bei der Besprechung des Gehörorganes abgehandelt.

## 1. Hinterhauptsbein, Os occipitale.

Die Synchondrose, welche das Hinterhauptsbein mit dem Keilbein verbindet, verschwindet um das 16. bis 20. Lebensjahr, so daß dann die beiden Knochen nicht mehr zu trennen sind. Dies hat Anlaß gegeben, sie als Os basilare[1]) zusammenzufassen. In folgendem sollen aber die beiden Knochen getrennt betrachtet werden.

Der Schädel hat die Ausdehnung, welche er durch die immer weiter gehende Ausbildung des Gehirns in der Wirbeltierreihe nötig hat, durch Übergreifen auf die Wirbelsäule und Assimilierung ihres angrenzenden Teiles gewonnen. Im Hinterhauptsbein gibt sich dies zuweilen in Varietäten noch deutlich kund (Manifestation des Occipitalwirbels, Kollmann 1907). In der Regel ist allerdings die Ähnlichkeit mit einem Wirbel weniger in die Augen springend.

Fortsetzung und Abschluß des Wirbelkanales ist das Foramen occipitale magnum (*89*, *90*). Es enthält das Übergangsgebiet des Centralnervensystems vom Rückenmark zum Gehirn und daneben noch Nerven (Wurzeln der ersten Cervicalnerven, Nn. accessorii), Arterien (Aa. vertebrales mit ihren Zweigen) und mächtige Venengeflechte. Es wird begrenzt von den vier Teilen, aus welchen sich das Hinterhauptsbein zusammensetzt: dem Basalteil, der Schuppe und den paarigen Seitenteilen.

Der Basalteil, Pars basilaris[2]) (*89*, *90*), welcher während der Entwickelung die Fortsetzung der Chorda dorsalis enthält und deshalb einem Wirbelkörper gleichzusetzen ist, ist keilförmig. Die Schneide des Keiles bildet die vordere Umrandung des Hinterhauptsloches, das vierseitige stumpfe Ende (*89*) wendet sich dem

[1]) Os tribasilare.
[2]) Körper, Corpus; Basioccipitale.

Keilbein zu. Die innere Fläche ist glatt und von rechts nach links konkav. Sie bildet mit einer gleichen Fläche des angrenzenden Keilbeines einen rinnenförmigen Abhang, Clivus[1]), welcher sich schief absteigend bis zum Hinterhauptsloch erstreckt. Auf ihm ruht das verlängerte Mark und die Brücke. Der äußerste Rand der Innenfläche trägt eine schmale flache Rinne, welche sich mit einer gleichen der angrenzenden Schläfenbeinpyramide zu einer Furche, Sulcus petrosus inferior (*89*), ergänzt, zur Aufnahme des gleichnamigen Blutleiters.

Die äußere Seite des Basalteiles trägt in der Mitte einen flachen Höcker, Tuberculum pharyngeum (*91*), zur Anheftung der Raphe des Schlundkopfes, und neben ihm zu beiden Seiten die rauhe Ansatzlinie des M. rectus cap. anter., dahinter die leicht vertiefte Ansatzfläche für den M. long. capitis. Die Seitenränder sind rauh, sie wenden sich der Spitze der Schläfenbeinpyramide zu.

Die Seitenteile, Partes laterales[2]), gehen hoch und schmal von dem Basalteil ab und verbinden sich platt und breit werdend mit der Schuppe. Ihr medialer Rand beteiligt sich an der Umrandung des Hinterhauptsloches, der laterale besitzt einen tiefen Ausschnitt, Incisura jugularis (*91*), der mit einem ähnlichen des Schläfenbeines das Foramen jugulare bildet. Das Loch wird meist durch vorspringende Zacken der beiden Knochen oder nur durch eine solche, Proc. intrajugularis (*91*), unvollkommen in zwei Abteilungen geteilt, von welchen die größere hintere für die V. jugularis, die kleinere vordere für den neunten, zehnten und elften Gehirnnerven nebst der V. petrosa infer. bestimmt ist. Hinter der Incis. jugul. ladet der Rand wieder seitlich aus und schwillt zu dem Proc. jugularis (*90, 91*) an. Dessen nach dem Schläfenbein hinsehende drei- oder vierseitige Fläche ist in der Jugend überknorpelt und mit dem Schläfenbein durch ein straffes Gelenk verbunden, welches später ankylosiert. Der an den Jugularfortsatz angeschlossene hinterste Teil des Randes ist eine zackige Nahtfläche zur Verbindung mit dem Schläfenbein.

Die Innenfläche der Seitenteile trägt an der Grenze gegen den Körper hin das Tuberculum jugulare[3]) (*89*), einen stumpfen Höcker, welcher dem Kleinhirn zur seitlichen Stütze dient. Unter ihm durchsetzt den Seitenteil ein verhältnismäßig geräumiger Kanal, Canalis nervi hypoglossi[4]) (*89*), welcher außer diesem Nerven noch Venenplexus enthält. Seine innere Mündung befindet sich auf dem Abhang, welcher zum Hinterhauptsloch herabführt, seine äußere nach vorne sehende, über dem Condylus. Der Proc. jugularis wird von einer breiten Furche umgeben, dem Ende des in das For. jugulare mündenden Sulcus sigmoideus (s. unten). Aus ihm führt ein kurzer Kanal rückwärts, der Can. condyloideus[5]) (*90*). Er enthält ein venöses Emissarium und ist, wie alle solche, unbeständig.

Die Außenseite wird zum größten Teil vom Condylus occipitalis[6]) (*90, 91*) eingenommen, dem Negativ der mit ihm artikulierenden Gelenkfläche des Atlas. Die Gelenkfläche ist von elliptischer Form, gewölbt und oft gleich der des Atlas eingeschnürt, oder durch eine rauhe Querfurche geteilt. Beide Gelenkflächen konvergieren nach vorne. Da sie horizontal liegen, die Seitenteile im ganzen aber nach hinten absteigen, steht ihr vorderes Ende auf einem Fortsatz, Processus condyloideus,

[1]) Clivus basilaris, Clivus Blumenbachi.
[2]) Exoccipitalia.
[3]) Processus anonymus.
[4]) Foramen condyloideum anterius.
[5]) For. condyl. poster.
[6]) Processus condyloideus.

welcher aus der Fläche des Knochens heraustritt, das hintere Ende dagegen sinkt in eine Grube, Fossa condyloidea (*91*), ein. In dieser Grube ist dicht hinter dem Ende des Condylus der Ausgang des erwähnten Canalis condyloideus. An der Unterseite des Proc. jugularis beobachtet man oft, aber nicht immer, einen stumpfen Höcker, Proc. paramastoideus (*91*), an welchen sich der M. rect. cap. lat. anheftet. Bei vielen Säugetieren ist er stets vorhanden.

Die Schuppe, Squama occipitalis (*89*, *90*), besteht aus zwei Teilen verschiedener entwickelungsgeschichtlicher Herkunft, dem unteren [1]), der dem Primordialschädel angehört, und dem oberen [2]), welcher als Hautknochen entsteht. Sie hängen am ausgewachsenen Knochen normalerweise ohne jede Spur der ehemaligen Trennung zusammen. Ihr vorderer, tief ausgeschnittener Rand schließt das Hinterhauptsloch ab. Die Seitenränder weichen vom Seitenteil ab erst auseinander bis zu einer Ecke hin, von welcher aus sie wieder konvergieren, um in einer aufwärts sehenden Spitze zu endigen. Sie bilden also im ganzen einen stumpfen Winkel. Die Ränder sind zackig, besonders im oberen Teil und stoßen bis zum Winkel mit dem Warzenteil des Schläfenbeines zusammen (Margo mastoideus) (*89*), von da an mit den Scheitelbeinen (Margo lambdoideus).

Die äußere Oberfläche der Schuppe zerfällt in zwei Teile, das Planum occipitale oben, welches noch dem Schädeldach angehört, und das Planum nuchale [3]) unten, welches sich, von Muskeln bedeckt, nach dem Nacken wendet (*90*). Die Grenze zwischen beiden Flächen beginnt in der Mittellinie mit einem Höcker, Protuberantia occipitalis externa [4]), von welchem nach beiden Seiten die bogenförmig gestalteten Lineae nuchae [5]) supremae zum Seitenwinkel hingehen (*90*). In geringer Entfernung unter ihnen folgen die Lin. nuchae superiores, welche mit jenen mehr oder weniger parallel verlaufen und häufig nicht von der Protub. occ. ext. ausgehen, sondern von einem besonderen kleinen Höcker unter ihr [6]). An dem glatten Feld zwischen den beiden genannten Nackenlinien heftet sich der M. trapezoideus an.

Die unter diesen Linien befindliche Nackenfläche der Schuppe wird durch eine mediane Firste, Crista occipitalis externa, welche sich vom Hinterhauptshöcker bis zum Hinterhauptsloch herabzieht, in zwei symmetrische Hälften geteilt. Am Beginn der Lin. nuchae inf. ist sie nicht selten unterbrochen (Waldeyer 1909). Die beiden Hälften sind uneben und werden von einer querstehenden zackigen Linie durchsetzt, Linea nuchae inferior (*90*). Sie grenzt das Ansatzfeld des M. semispinalis cap. von dem der kurzen tiefen Nackenmuskeln ab. Auf letzterem trennt wieder eine von der Lin. nuchae inferior zum Proc. jugularis ziehende, meist nur leicht angedeutete Linie die Felder für den M. obliquus sup. und die beiden Mm. recti cap. voneinander (Waldeyer).

Die innere Oberfläche der Schuppe besitzt dem äußeren Höcker ungefähr gegenüber eine Protuberantia occipitalis interna (*89*). Dieselbe liegt im Kreuzungspunkt von vier Furchen und Leisten (Eminentia cruciata), durch welche die ganze Fläche in vier Felder geteilt wird. Nach beiden Seiten gehen von ihr ab die Sulci transversi,

[1]) Os occipitale superius.
[2]) Os interparietale.
[3]) Planum cervicale, Triepel.
[4]) Spina occipitalis ext.
[5]) Lineae semicirculares.
[6]) Tuberculum linearum (Merkel).

welche einen Teil des Blutleitersystems der harten Hirnhaut beherbergen. Sie treten am Seitenwinkel auf das benachbarte Schläfenbein über, um von da aus als Sinus sigmoideus in gekrümmtem Verlauf wieder auf die Seitenteile des Hinterhauptsbeines zurückzukehren, wo sie wie erwähnt im For. jugulare endigen. Von der Spitze der Schuppe her kommt in der Mittellinie der Sulcus sagittalis[1]) herab, welcher sich an der Protub. occ. int. mit dem Sulc. transv. vereinigt; meist biegt er nach der rechten Seite ab, während der linke Sinus transversus wie an die Umbiegungsstelle angesetzt erscheint. Nach unten geht von der Protub. occip. int. aus eine mediane Firste, Crista occipitalis interna (*89*), welche bis zum Hinterhauptsloch herabsteigt, in dessen Rand sie mit zwei Schenkeln übergeht. Sie steht mit dem Venensystem nicht in näherer Verbindung, sondern wird nur durch Bindegewebszüge ansehnlicher gemacht. Die sich kreuzenden Linien scheiden die innere Oberfläche der Schuppe in vier vertiefte Felder; die beiden oberen beherbergen die hinteren Spitzen der Großhirnhemisphären, die beiden unteren nehmen das Kleinhirn auf.

Entwickelung. Es wurde schon gesagt, daß die untere Hälfte des Hinterhauptsbeines dem knorpeligen Primordialcranium angehört, während die obere ein Hautknochen ist. Zu Anfang des dritten Fetalmonats tritt ein Ossifikationspunkt in der Pars basilaris auf, je einer in den Seitenteilen und zwei sehr bald zusammenfließende in dem knorpelig angelegten Teil der Schuppe. Im häutigen Teil derselben entstehen zuerst zwei Kerne, von welchen aus sich der Knochen nach unten und nach den beiden Seiten hin verbreitet, jedoch die Mitte frei läßt. In dieser erscheint dann ein weiteres Paar von Knochenkernen, von welchen aus der Rest der Schuppe verknöchert. Häufig, aber nicht regelmäßig wird die Spitze von zwei selbständigen kleinen Kernen aus gebildet (Spitzenknochen). Die sog. Sutura mendosa, welche noch bei Neugeborenen regelmäßig vom Seitenwinkel aus einschneidet, ist nicht zwischen Primordial- und Hautknochenteil der Schuppe gelegen, sondern in letzterem; sie trennt ein schmales unteres Band des Hautknochens ab (Ranke 1899) (*155*). Schuppe und Seitenteile vereinigen sich im 1.—2. Lebensjahr, der Basalteil bleibt bis zum sechsten Jahr von dem übrigen getrennt. Dem Basalteil gehört auch der vordere Teil des Condylus bis zu der erwähnten Querfurche an.

Varietäten. Die Nähte des jugendlichen Hinterhauptsbeines können länger als gewöhnlich offen bleiben; die der Schuppe können sich besonders lang erhalten. Die erwähnte Sutura mendosa wird zuweilen noch beim Erwachsenen beobachtet, auch bleibt gelegentlich die ganze Naht, von welcher die Sutura mendosa ein Stück bildet, offen, so daß das Os interparietale[2]) gänzlich vom Hinterhauptsbein getrennt ist, was man bei einer Reihe von Tieren als Norm beobachtet. In der Lambdanaht kommen nicht selten Schaltknochen in größerer oder geringerer Zahl vor; sie können eine bedeutende Größe erreichen, dürfen aber nicht mit dem Os interparietale verwechselt werden. — Die Protub. occip. externa kann eine erhebliche Größe erreichen, sie kann auch hakenförmig nach unten umgekrümmt sein. Die Fläche zwischen Linea nuchae superior und suprema ist zuweilen zu einem mehr oder weniger dicken Wulst (Torus occipitalis) umgestaltet; er entspricht der Crista occipitalis der Affen. Der Proc. paramastoideus kann sich zapfenförmig verlängern und sogar mit dem Querfortsatz des Atlas in Gelenkverbindung treten. Proc. retromastoideus nennt Waldeyer (1909) einen Höcker, welcher in 15% der Fälle vorkommt. Meist nur schwach ausgebildet, findet er sich nahe der Sutura occipitomastoidea in gleicher Höhe mit der Wurzel des Warzenfortsatzes an der Insertionsstelle des M. obliquus superior. — Vom Mittelohr aus können lufthaltige Zellen bis zum Condylus hin vordringen.

Praktische Bemerkungen. Die Protuberantia occipitalis externa kann bei Erwachsenen meist deutlich durch die Haut gefühlt werden, sie ist daher als Orientierungspunkt von Bedeutung. Die Sutura mendosa der Neugeborenen darf nicht mit einer Fraktur verwechselt werden; auch die Nähte von Schaltknochen, welche sich an ungewohnter Stelle finden, können Fissuren vortäuschen.

---

[1]) Sulcus longitudinalis.

[2]) Os Incae, weil öfter bei Peruanerschädeln beobachtet.

## 2. Keilbein, Os sphenoidale[1]).

Man hat im Keilbein die Gegend zu sehen, in welcher der chordale Teil des Primordialcraniums endigt und der prächordale beginnt. Die beiden sind anfänglich voneinander gesondert und bleiben dies auch bei einer Reihe von Säugern zeitlebens. Beim Menschen aber verwachsen sie miteinander. Der unpaarige Mittelteil oder Körper setzt sich danach zusammen aus einem hinteren Stück (Basisphenoid) und einem vorderen (Präsphenoid). Jedem der beiden gehört ein Paar von Fortsätzen an, dem vorderen die kleinen Flügel (Orbitosphenoid), dem hinteren die großen Flügel (Alisphenoid). Diese letzteren senden abwärts gerichtete flügelförmige Fortsätze aus. Mit den Flügelfortsätzen verbindet sich in der Folge ein aus der Schleimhaut hervorgehender Belegknochen (Pterygoid). In fertigem Zustand sind alle diese Teile beim Menschen zu einem Ganzen verschmolzen.

Das Keilbein bildet das Centrum der Schädelbasis und steht dementsprechend mit fast allen Knochen des Hirnschädels und mit einer Anzahl von solchen des Gesichtsschädels in Verbindung.

Körper, Corpus. Er stellt einen nach unten etwas verjüngten Würfel dar. Seine hintere Fläche ist schräg abwärts gerichtet; sie gleicht ganz der der vorderen, der Pars basilaris oss. occip., mit welcher sie verbunden ist. Die obere Fläche kann man in drei Felder teilen. Das vorderste, welches dem vorderen Keilbeinkörper angehört, ist flach[2]). Sein vorderer Nahtrand tritt in der Mitte meist etwas vor[3]); er verbindet sich mit dem Siebbein; seitlich grenzt er an das Stirnbein. Nach hinten wird das plane Feld vom Limbus sphenoidalis[4]) abgeschlossen, einer niedrigen Leiste, welche zu beiden Seiten in die nachher zu erwähnenden Proc. clinoidei anteriores ausläuft. Das Mittelfeld wird von dem Türkensattel, Sella turcica[5]), eingenommen, der seinen Namen von einer gewissen Ähnlichkeit mit diesem Gerät erhalten hat. Hinter dem Limbus sphenoidalis folgt zuerst eine seichte Furche, Sulcus chiasmatis[6]), über welcher die Sehnervenkreuzung ihren Platz hat, und dahinter ein querer Wulst, der Sattelknopf, Tuberculum sellae (*94*). Beiderseits neben ihm findet man eine Knochenspitze, Processus clinoideus medius, von sehr verschiedener Ausbildung. Nicht selten fehlt sie auch vollständig. An das Tuberculum schließt sich der eigentliche Sitz des Sattels an, eine Grube, Fossa hypophyseos, zur Aufnahme des Hirnanhanges bestimmt. Den Abschluß bildet die Sattellehne, Dorsum sellae, eine aufsteigende Platte, mit zwei seitlichen Ecken, den Proc. clinoidei posteriores, an welche sich der hintere Schenkel des Hirnzeltes anheftet. Hinter der Sattellehne folgt das kurze hintere Feld, der Beginn des oben erwähnten Clivus. Die Hypophysengrube und Sattellehne wird zu beiden Seiten durch den Sulcus caroticus flankiert, für die zum Gehirn aufsteigende A. carotis interna bestimmt (*94*). Hinten, wo die Arterie aus der Tiefe auftaucht, ist er am tiefsten und wird dort an seiner lateralen Seite

[1]) σφήν Keil. Einem Keil gleicht der Knochen nur, wenn man alle Fortsätze wegnimmt. Die Gestalt des unverletzten Knochens gleicht eher einem fliegenden Insekt, daher das Synonym Os sphecoides, Wespenbein, von σφήξ Wespe.

[2]) Planum s. jugum sphenoid.

[3]) Spina ethmoidalis.

[4]) Jugum sphenoidale.

[5]) Ephippium.

[6]) Sulcus opticus.

gegen den großen Flügel durch ein Knochenplättchen, Lingula sphenoidalis[1]), abgeschlossen.

Die vordere und untere Seite des Keilbeinkörpers gehen gerundet ineinander über. In der Mittellinie zieht die Crista sphenoid. herab, welche da, wo die beiden Seiten miteinander zusammenstoßen, in eine platte, mehr oder weniger stark vortretende Spitze ausläuft, Rostrum sphenoidale (*92*). Sie steht in Zusammenhang mit den Teilen der Nasenscheidewand. Zu beiden Seiten von Crista und Rostrum werden die in Rede stehenden Flächen von einem dünnen muschelförmig gebogenen Knochenplättchen bedeckt, der Concha sphenoidalis[2]) (*92*), welche genetisch dem Siebbein zuzurechnen ist, mit dem sie sich auch häufig verwachsen zeigt. Sie deckt die untere und vordere Seite des Keilbeinkörpers wie eine daraufgelegte hohle Hand. Schon vom dritten Lebensjahre ab fällt der Keilbeinkörper von vorne her einer Resorption anheim, von welcher jedoch die Conchae nicht berührt werden. So findet der Raum der Nasenhöhle die Möglichkeit nach hinten vorzudringen in der Form von zwei von den Keilbeinmuscheln gedeckten Höhlen, Sinus sphenoidales[3]) (*145*), welche durch eine Öffnung, Foramen sinuum sphen. (*92*), über dem oberen Rand der Conchae zugänglich sind. Die Höhlen sind durch eine von der Crista ausgehende Scheidewand, Septum, getrennt. Dieselbe steht sehr gewöhnlich nicht ganz median, so daß die beiden Sinus eine verschiedene Größe haben. Nach hinten erstrecken sich die beiden verschieden weit, bisweilen bis in den Basalteil des Hinterhauptsbeines hinein. Sie fehlen zuweilen (vergl. Bertini 1911).

Die beiden Seitenflächen des Keilbeinkörpers sind nicht frei, von ihnen gehen die Flügel aus.

Kleiner Flügel, Ala parva[4]). Er entspringt jederseits vom Körper mit zwei Wurzeln. Die obere setzt sich breit aus der erwähnten planen Fläche des vorderen Keilbeinkörpers fort, die untere ist schmäler, sie erhebt sich von der Seitenfläche des Körpers. Beide Wurzeln fassen das Foramen opticum[5]) (*94*) zwischen sich, eigentlich einen kurzen nach vorne etwas erweiterten Kanal, durch welchen der Sehnerv und die A. ophthalmica in die Augenhöhle gelangen. Der vordere Rand des kleinen Flügels stellt eine Nahtfläche dar, welche sich mit dem Stirnbein verbindet, der hintere Rand ist frei, er bildet die konkav geschweifte Grenzlinie zwischen vorderer und mittlerer Schädelgrube. An seinem medialen Ende läuft er jederseits in den zapfenförmig verdickten Proc. clinoideus anterior aus, an welchen sich der vordere Schenkel des Hirnzeltes anheftet. Am lateralen Ende nähert sich der hintere Rand immer mehr dem vorderen bis er sich mit ihm zu einer seitwärts gerichteten Spitze vereinigt (*92, 93, 94*). Die obere Fläche der Ala parva setzt die plane Fläche des vorderen Keilbeinkörpers nach der Seite hin fort und bildet einen Teil der vorderen Schädelgrube, die untere sieht nach der Fissura orbitalis superior. Sie trägt eine stumpfe Kante, welche die mittlere Schädelgrube von der Augenhöhle scheidet.

Großer Flügel, Ala magna[6]) (*92, 93, 94*). Seine an die Seitenfläche des Körpers angeheftete Wurzel ist von zwei Löchern durchbohrt, vorne von dem For. rotundum, einem kurzen vorwärts gerichteten Kanal für den Austritt des N. maxil-

[1]) Lingula carotica.
[2]) Ossicula Bertini.
[3]) Antrum sphenoidale.
[4]) Alae minores; Alae orbitales.
[5]) Canalis opticus.
[6]) Ala temporalis.

laris aus der Schädelhöhle, hinten von dem größeren For. ovale für den Durchtritt des N. mandibularis. Ein kleineres Loch neben diesem zunächst der hinteren Spitze des Flügels ist das For. spinosum; es wird von der A. meningea media und dem N. spinosus durchsetzt. Der von der Wurzel ausgehende Flügel erstreckt sich weiter nach vorne wie nach hinten, sein vorderster Teil ragt noch über die Frontalebene des kleinen Flügels hinaus.

Der vordere Rand ist in seinem medialen Teil zu einer Kante zugeschärft, welche die untere Grenze der Fissura orbitalis superior bildet, so daß also diese Spalte von den beiden Flügeln des Keilbeines umschlossen wird (*93*). Der laterale Teil, Margo frontalis (*94*), ist eine rauhe, dreiseitig gestaltete Nahtfläche, an welche sich das Stirnbein anlegt. Das oberste Ende derselben, Angulus parietalis (*93*), steht mit dem Scheitelbein in Verbindung. Der seitliche Rand, Margo squamosus (*94*), ist konkav ausgeschnitten und ebenfalls zackig, an ihn legt sich die Schuppe des Schläfenbeines an. Der hintere Rand ist wieder scharf, er bildet die vordere Begrenzung der Fissura sphenopetrosa. Lateraler und hinterer Rand stoßen in einer Spitze zusammen, welche zwischen Schuppe und Pyramide des Schläfenbeines einspringt und an der Außenseite in eine Zacke ausgezogen ist, die Spina angularis[1]) (*94*), an welche sich der Tubenknorpel anlehnt.

Die innere Fläche des großen Flügels, Facies cerebralis (*94*), ist, abgesehen von einem Jugum cerebrale, welches von der Gegend des For. rotundum ausgeht, glatt; auf ihr ruht ein Teil des Schläfenlappens des Großhirns. Die äußere Fläche vermittelt den Zusammenhang mit dem Gesichtsskelet. Eine zackige Nahtfläche, welche auf einer stark vorspringenden, fast vertikal gestellten Leiste sitzt, Margo zygomaticus (*92*), verbindet sich mit dem Jochbein. Das median von ihr gelegene trapezförmige Feld, Facies orbitalis, bildet den größten Teil der lateralen Wand der Augenhöhle; es erstreckt sich zwischen den beiden Fissurae orbitales, sup. und inf. Nahe dem oberen Rand trägt es eine mehr oder minder deutlich ausgesprochene Zacke, zur Anheftung des M. rectus lateralis oculi, Spina recti lat. (*92*). Das lateral vom Jochbeinrand gelegene langgestreckte Feld bildet den vorderen Teil der Wand der Schläfengrube. Es wird nach unten durch die Crista infratemporalis abgeschlossen. Diese ist verschieden stark ausgebildet, endigt aber immer neben der Fissura orbitalis inf. mit einem stachelartigen Vorsprung. Von ihr aus biegt sich die Oberfläche des großen Flügels nach der Schädelbasis als Facies infratemporalis (*92*) um und bildet das Dach der Unterschläfengrube.

Die Orbitalfläche endigt nach unten mit der Crista orbitalis, dem scharfen hinteren Rand der Fissura orbitalis inferior. Unter ihr leitet ein kleines, dreiseitig gestaltetes Feld, Facies sphenomaxillaris (*92*), zum Proc. pterygoideus über. Sie bildet die hintere Wand der mit ihr gleichnamigen Fissur. Von der Facies infratemporalis ist die Facies sphenomaxillaris durch eine Leiste getrennt, die Crista sphenomaxillaris (*92*).

Der Flügelfortsatz, Processus pterygoideus, setzt sich, wie oben erwähnt wurde, aus zwei Platten von verschiedener entwickelungsgeschichtlicher Herkunft zusammen, dem Alisphenoid und dem Pterygoid. Man bezeichnet sie als Lamina lateralis und medialis (*92*). Die letztere steht sagittal, die erstere ist in der Art schräg gerichtet, daß sie sich jener nach vorne nähert und mit ihr verwächst. Ganz oben aber und am unteren Ende bleiben sie voneinander getrennt. Oben ist zwischen

[1]) Spina sphenoidalis, Ala parva Ingrassiae.

beiden eine Öffnung ausgespart, der Canalis pterygoideus (Vidii)[1] (*92, 93*) zum Durchtritt eines Nerven und einer Arterie gleichen Namens, unten befindet sich ein tiefer Einschnitt, Fissura pterygoidea (*93*), welche durch einen Fortsatz des Gaumenbeines ausgefüllt wird.

An der Rückseite des Flügelfortsatzes bleibt zwischen den beiden Platten eine tiefe Grube, Fossa pterygoidea (*93*), in welcher der M. pterygoideus internus entspringt. Über die schmale Vorderseite des Fortsatzes, welche durch die Vereinigung seiner beiden Platten entsteht, zieht eine flache Rinne herab, Sulcus pterygopalatinus, welche mit einer ebensolchen des Oberkiefers zu dem gleichnamigen Kanal zusammentritt.

Die laterale Lamelle ist breiter und an ihrer lateralen Fläche mit einigen Rauhigkeiten für den Ansatz des M. pterygoideus externus versehen. Die mediale Lamelle sendet von ihrer Anheftung an den Körper ein medial gerichtetes Knochenplättchen aus, Processus vaginalis[2] (*92*), welches mit der Unterfläche des Körpers und der benachbarten Pflugschar zusammen ein Kanälchen, Canalis basipharyngeus[3], zum Durchtritt feiner Gefäßchen bildet. Der hintere Rand dieser Platte zeigt an seinem oberen Ende eine schmale, medianwärts absteigende Grube, Fossa scaphoidea[4] (*93*), in welcher der knorpelige Teil der Tuba auditiva ruht. Unter ihr trägt derselbe Rand eine mehr oder weniger deutlich vortretende platte Zacke für die Anheftung des Endes der Ohrtrompete, Processus tubarius (*93*). Das untere Ende der medialen Platte verlängert sich in einen hakenförmigen Fortsatz, Hamulus pterygoideus (*92, 93*), um welchen sich in einer Rinne, Sulcus hamuli (*92*), der lateralen Seite die Sehne des M. tensor veli palat. schlingt.

Was die Lage des Flügelfortsatzes anlangt, so steht er zu beiden Seiten der Choanen, wie die Pfosten neben der Türe (*142*).

Entwickelung (*156*). Der erste Knochenkern des Keilbeines erscheint im zweiten Fetalmonat im großen Flügel; im dritten Monat treten solche im hinteren und vorderen Körper, sowie im kleinen Flügel auf. Das Pterygoid bleibt bei einer Reihe von Säugetieren lebenslänglich selbständig; beim Menschen vereinigt es sich mit dem Alisphenoid schon im siebenten Fetalmonat. Im sechsten bis siebenten Fetalmonat verwachsen kleiner Flügel und vorderer Körper miteinander; zur Zeit der Geburt beginnt die Verwachsung des vorderen und hinteren Körpers und zwar oben und seitlich, während von unten her der Knorpel erst etwas später schwindet. Knorpelreste im Innern des scheinbar soliden Körpers sind oft noch bis zum 13. Lebensjahr nachzuweisen. Dorsum sellae und Oberfläche des Clivus sind beim Neugeborenen noch knorpelig. Der Knorpel auf letzterem atrophiert in der Folge in seinen oberflächlichen Lagen, weshalb auch noch beim Erwachsenen der dem Keilbein angehörige Teil des Clivus eine rauhe Beschaffenheit zeigt. Im Laufe des ersten Lebensjahres verwachsen die großen Flügel mit dem hinteren Körper. — Die erste Spur des Knochens der Conchae sphenoidales tritt um die Zeit der Geburt auf; im ersten bis zweiten Lebensjahr erscheinen sie als dünne, nahezu kreisförmige Plättchen, um allmählich ihre definitive Gestalt zu gewinnen. Sie verwachsen gegen das achte Jahr mit dem Körper. — Die Proportionen der Flügel sind beim Neugeborenen andere, als beim Erwachsenen. Der Körper ist stark in die Länge gestreckt, die kleinen Flügel sind größer, die großen kleiner, als später. Die Fissura orbitalis superior ist weit. Der Proc. pterygoideus ist noch sehr kurz.

Varietäten. Selten wird das Basisphenoid von einem medianen Kanal durchsetzt, welcher von der unteren Fläche ausgeht und in die Hypophysengrube führt. Es ist dies der normalerweise in früher Embryonalzeit verschwindende Canalis craniopharyngeus. — Teile des knorpeligen Primordialcraniums, welche in der Regel verschwinden, oder durch Bindegewebszüge ersetzt werden, können sich in verknöchertem Zustand erhalten. Zu diesen gehört die häufig

[1] Canalis Vidianus.
[2] Processus ad vomerem.
[3] Canaliculus pharyngeus.
[4] Fossa tubae Eustachii.

vorkommende knöcherne Verbindung zwischen Proc. clinoideus ant. und med.; durch sie wird ein Loch erzeugt, welches von der A. carotis int. zum Durchtritt benutzt wird. Auch zum Proc. clin. post. kann vom Proc. clin. ant. oder medius eine Knochenspange verlaufen. — Im Foramen opticum scheidet ein Knochenplättchen den nervösen vom arteriellen Teil. — Kleine Knochenplättchen und -stäbchen bilden sich in der harten Hirnhaut zunächst dem Keilbeinkörper. — Die Lingula sphenoidalis kann als isoliertes Knochenplättchen auftreten. Gegenüber der Lingula wird auch die mediale Seite des Sulcus caroticus durch ein gebogenes Knochenplättchen begrenzt. An der Orbitalfläche des großen Flügels kommt zunächst der Fiss. orbit. sup. fast konstant die erwähnte Zacke vor, Spina m. recti lat., für den Ursprung dieses Muskels.

Als Processus pterygospinosus (Civinini) wird die teilweise Verknöcherung eines Bandes beschrieben, welches sich brückenförmig von der lateralen Platte des Proc. pteryg. zur Spina angularis erstreckt. Ist es in seiner ganzen Länge verknöchert, dann entsteht ein Foramen pterygospinosum. Es wird von den Nerven und Gefäßen des M. pteryg. int. zum Durchtritt benutzt. — Neben dem lateralen Ende der Fiss. orbital. sup. beobachtet man zuweilen ein Kanälchen für einen Zweig der A. meningea media. — Canaliculus sphenoidalis wird ein Kanälchen genannt, welches an der lateralen Seite der Fossa scaphoidea beginnt und mit einem medialen Teilungsast im Canalis pterygoideus, mit einem lateralen zwischen Lingula und For. ovale mündet. Es enthält die Nn. sphenoid. medialis und lateralis. — Die Basis der Spina angularis kann von einem Kanälchen für den N. petros. superfic. minor durchbohrt sein (Can. innominatus Arnold). Häufig ist ein Kanal für ein Emissarium sphenoidale [1]) medianwärts vom Foramen ovale. — Foramen ovale und spinosum fließen zusammen; es fehlt ihnen zuweilen der hintere Abschluß (Hemmungsbildung).

## 3. Schläfenbein, Os temporale.

Das Schläfenbein füllt die zu beiden Seiten zwischen den beiden Teilen des Os basilare (Hinterhaupts- und Keilbein) bleibende Lücke aus. Es ist ein entwickelungsgeschichtlich sehr komplizierter Knochen, welcher sich zusammensetzt: 1. aus einem Teil des Primordialcraniums (Ohrkapsel), es liefert den Felsenteil mit dem Warzenteil; 2. aus einem Deckknochen des Hirnschädels, dem Schuppenteil; 3. aus einem weiteren Deckknochen, dem Paukenteil, und 4. aus einem Stück des Schlundbogenskeletes, dem Griffelfortsatz. Bei einer Reihe von Tieren bleiben diese Stücke mehr oder weniger voneinander getrennt, beim Menschen vereinigen sie sich zu einem Knochen, an welchem die ursprünglichen Verhältnisse stark verwischt sind.

So berechtigt auch der Wunsch ist, die entwickelungsgeschichtliche Stellung der verschiedenen Teile auch bei der Darstellung des fertigen Schläfenbeines zur Geltung zu bringen, so läßt sich dem doch nicht ohne einen gewissen Zwang vollständig entsprechen und es empfiehlt sich, bei dessen Beschreibung den mit dem Felsenbein gemeinsam entstehenden Warzenteil von ihm zu trennen, dagegen den von ihm getrennt entstehenden Paukenteil und den Griffelfortsatz mit ihm unter dem Namen „Pyramide" zu vereinigen. Es wird danach also einzuteilen sein in 1. Pyramide, 2. Warzenteil, 3. Schuppe.

Pyramide. Ihr Hauptteil, das Felsenbein, Os petrosum, umschließt das Gehörlabyrinth, bestehend aus dem Vorhof, Vestibulum, der Schnecke, Cochlea und den drei Bogengängen, Canales semicirculares, einem lateralen, oberen und hinteren. Die knöcherne Kapsel des Labyrinthes ist von elfenbeinerner Härte und Zähigkeit, was den Namen Felsenbein veranlaßt hat. Sie ist in einer weniger harten Knochensubstanz eingelassen, nur an ihrer lateralen Oberfläche fehlt solche, dort stößt sie an eine flache Grube, die Paukenhöhle. An diese wieder lagert sich der andere Teil der

[1]) Foramen Vesalii.

Pyramide an, das Paukenbein, Os tympanicum. Anfänglich nur ein flacher Knochenring (*101*), wird es im Laufe der ersten Lebensjahre zu einer kurzen und tiefen Rinne. Dieselbe wird durch den untersten Teil der Schuppe von dem Felsenteil abgedrängt und von ihr zum äußeren Gehörgang ergänzt.

Die Pyramide ist vierseitig und besitzt demnach vier Kanten und vier Flächen. Die obere Kante bildet die Grenze zwischen mittlerer und hinterer Schädelgrube und es setzt sich an sie das Tentorium cerebelli an. In dessen Ansatz ist ein Blutleiter eingeschlossen, welcher eine rinnenförmige Vertiefung der Kante, Sulcus petrosus superior (*96*), veranlaßt. Von der oberen Kante aus dachen sich die beiden der inneren Schädelbasis zugehörigen Flächen ab.

Die hintere, innere Fläche (*96*) sieht in die hintere Schädelgrube. Ungefähr in der Mitte ihrer Länge findet sich der Porus acusticus internus, welcher in den blind endigenden Meatus acusticus internus führt. Er enthält den N. acusticus, N. facialis und die Art. auditiva int., welche von einer gleichnamigen Vene begleitet ist. Lateral vom inneren Gehörgang trifft man auf eine enge und unscheinbare Spalte, die Apertura externa aquaeductus vestibuli. Nächst dem oberen Rand der in Rede stehenden Fläche ist die Fossa subarcuata gelegen, eine unvollständig ausgefüllte Grube unter dem oberen Bogengang. Längs dem unteren Rand bildet der Sulcus petrosus inferior mit der gleichnamigen Furche des Hinterhauptsbeines eine Rinne für den Sinus petros. infer.

Die vordere innere Fläche (*97*) sieht nach der mittleren Schädelgrube hin; sie wird nicht nur vom Körper des eigentlichen Felsenbeines gebildet, sondern auch von einer dünnen, von diesem ausgehenden Platte, dem Dach der Paukenhöhle, Tegmen tympani. Dasselbe stützt sich gegen die Innenseite der Schuppe und ist von ihr durch eine Naht (Fissura petrosquamosa) getrennt, welche noch beim Erwachsenen längere Zeit offen bleibt. Der im Felsenbein verborgene obere Bogengang bewirkt auf der vorderen inneren Fläche eine mehr oder weniger deutlich vortretende Wölbung, Eminentia arcuata [1]). Weiter medianwärts und zwar an der Grenze zwischen Felsenbeinkörper und Tegmen tympani findet man den Hiatus canalis facialis [2]), die Eintrittsöffnung des N. petros. superficial. major, zu welcher dieser Nerv vom For. lacerum her in einer seichten Furche, Sulcus n. petrosi superficialis majoris, gelangt. Dicht vor dem Hiatus can. fac. läßt eine feine Öffnung, Apertura superior canaliculi tympanici, den N. petrosus superfic. minor eintreten; auch zu ihr führt oft eine seichte Furche, welche der des N. petrosus superfic. major parallel verläuft. Das an der Spitze der Pyramide gelegene mediale Ende der vorderen inneren Fläche wird von der Impressio trigemini eingenommen, einem oft aus zwei bis drei ganz flachen Gruben bestehenden Eindruck (Zander 1894), auf welchem die Wurzel und das Ganglion semilunare des fünften Gehirnnerven ruht.

Die beiden beschriebenen Flächen der Schläfenbeinpyramide werden nach unten durch die vordere und hintere Kante abgeschlossen. Die hintere Kante grenzt an das Hinterhauptsbein und es trägt ihr lateraler Teil einen Ausschnitt, Incisura jugularis (*98*), welcher sich mit dem entsprechenden des Hinterhauptsbeines zum Foramen jugulare ergänzt. Wie die Incisur des Hinterhauptsbeines trägt auch die der Schläfenbeinkante einen Vorsprung, Processus intrajugularis (vergl. S. 48). Die vordere Kante lehnt sich in ihrem lateralen Teil an den Schuppenteil; sie gehört

[1]) Jugum petrosum.

[2]) Hiatus can. Falloppiae, Apertura spuria can. Falloppiae.

dort dem Tegmen tympani an. Der Rand desselben sendet einen Fortsatz nach abwärts, an dessen beiden Seiten sich Spalten befinden (*100*). Die vordere, Fissura petrosquamosa, ist mit Bindegewebe ausgefüllt und verstreicht früher oder später vollständig, die hintere, Fissura petrotympanica[1]) (*98, 100*) läßt die A. tympanica und die Chorda tympani passieren und bleibt deshalb während des ganzen Lebens soweit wegsam, wie es diese Gebilde erfordern. Der mediale Teil der Kante ist eine nur schwach vortretende Leiste, welche den hinteren Rand der Fissura sphenopetrosa bildet.

Die vordere äußere Fläche (*98*) der Pyramide ist hinter der Gelenkgrube für den Unterkiefer an der äußeren Schädelbasis zu suchen. In ihrem lateralen Teil wird sie von der glatten Oberfläche des Paukenbeines gebildet; an dem medialen Teil, welcher dem Felsenbein angehört, sieht man neben dem Ansatz der Schuppe an die Pyramide die Mündung des Canalis musculo-tubarius, welcher in die Paukenhöhle hineinführt. Er wird durch ein dünnes von der hinteren Wand ausgehendes Knochenplättchen, Septum canalis musculo-tub., unvollkommen in zwei Teile geschieden, einen oberen, Canalis musculi tensoris tympani (*99*) und einen unteren, Canalis tubae auditivae[2]). Ihr Inhalt ist durch den Namen gekennzeichnet.

Der ausgezackte untere Rand des Paukenbeines bildet die untere Kante der Pyramide. Da sie mit dem Os tympanicum aufhört, erreicht sie die Spitze der Pyramide nicht, weshalb dort die beiden äußeren Flächen der Pyramide gerundet ineinander übergehen.

Die hintere äußere Fläche (*98*) liegt wie die vordere, an der äußeren Schädelbasis, sie sieht gerade nach unten; sie ist die am reichsten gegliederte. Überblickt man sie von ihrem lateralen Ende aus, welches sich an den Warzenteil anlehnt, dann trifft man zuerst auf das Foramen stylomastoideum, die äußere Mündung des Canalis facialis. Dann folgen vier Zonen (Henle), deren erste den Griffelfortsatz, Processus styloideus (*95—98*) trägt, einen Knochenstab, welcher einmal mehrere Centimeter lang, ein andermal sehr kurz sein kann. Er gehört, wie oben erwähnt, nicht ursprünglich dem Schläfenbein an, sondern entstammt dem oberen Teil des zweiten Kiemenbogens. Bei Kindern ist er immer knorpelig, so daß man an den mazerierten Schläfenbeinen von solchen niemals einen Griffelfortsatz findet. Sein der übrigen Pyramide fremdartiger Ursprung bringt es auch mit sich, daß er wie in sie eingeschoben erscheint (*99*) und bei seinem Abgang von ihr hülsenartig umrahmt wird, Vagina proc. styl. Den hinteren Teil der in Rede stehenden Zone nimmt eine Gelenkfläche ein, welche mit der bei Beschreibung des Hinterhauptsbeines erwähnten (S. 48) in Gelenkverbindung steht. Medianwärts von der ersten Zone folgt die zweite, welche ganz von der kuppelförmig vertieften Fossa jugularis eingenommen wird; in ihr ruht der Anfang der Vena jugularis. Den vorderen Rand der Grube durchzieht eine unscheinbare Furche, welche in der feinen unteren Mündung des Canaliculus mastoideus (*98*) endet. Die Zone, welche auf die Fossa jugularis folgt, zeigt vorne den weiten Eingang des Canalis caroticus. Zwischen ihm und der Fossa jugularis sieht man in der Tiefe eines seichten Grübchens, Fossula petrosa, den nadelstichähnlichen Eingang in ein Kanälchen, Apertura inferior canaliculi tympanici, in welchem der Ram. tympanic. des N. glossopharyngeus

[1]) Fissura Glaseri.

[2]) Semicanalis m. tensoris tympani et tubae auditivae.

das Schläfenbein betritt. Nächst dem hinteren Rand dieses Feldes findet man eine dreieckige Vertiefung, in deren Grund die Apertura externa canaliculi cochleae mündet. Die medialste Zone der hinteren äußeren Fläche der Pyramide ist rauh zur Anlagerung festen Bindegewebes und für den Ursprung des M. levator veli palatini.

Von den großen und kleinen Kanälen, welche die Schläfenbeinpyramide durchsetzen, war zwar schon mehrfach die Rede, doch ist über sie noch einiges nachzutragen. Der größte Kanal ist der Canalis caroticus. Von seiner erwähnten Öffnung an der hinteren äußeren Fläche aus steigt er auf, biegt sich dann medianwärts um und endet an der Spitze der Pyramide (*99*). Er enthält die A. carotis interna, umgeben von einem Venengeflecht und einem Geflecht sympathischer Nerven. Von diesem letzteren gehen Fäden aus, welche durch zwei enge Kanälchen Canaliculi caroticotympanici in die Paukenhöhle gelangen. Der Canalis facialis enthält den N. facialis. Er beginnt auf dem Grund des inneren Gehörganges, verläuft im Knochen erst eine kurze Strecke in der Achse dieses Ganges, biegt dann knieförmig um und zieht an der medialen Wand der Paukenhöhle abwärts zu seinem Ausgang im For. stylomastoideum (*99*). Von der Paukenhöhle ist er nur durch eine ganz dünne und leicht verletzliche Knochenlamelle getrennt. In dem Knie des Kanales mündet der erwähnte, mit dem Hiatus canalis facialis beginnende Gang. Der absteigende Teil des Facialkanales läßt den feinen Canaliculus chordae tympani abgehen, welcher die Chorda in die Paukenhöhle leitet. Sie verläßt die Paukenhöhle auf der anderen Seite durch ein Kanälchen, welches in der erwähnten Fissura petrotympanica mündet. Der Canaliculus mastoideus, dessen Eingang in der Fossa jugularis genannt wurde, gelangt in querem Verlauf durch den Knochen bis zu seiner Mündung dicht neben dem äußeren Gehörgang; auf seinem Weg durchsetzt er den Facialkanal. Er enthält den Ramus auricularis n. vagi. Der Kanal für den Aquaeductus vestibuli, dessen Mündung sich auf der inneren hinteren Fläche der Pyramide befindet, geht von dem Vestibulum des Gehörlabyrinthes aus; er enthält eine Fortsetzung des endolymphathischen Raumes. Der Canaliculus cochleae beginnt am Anfang der Scala tympani der Schnecke, er verbindet den perilymphatischen Raum des inneren Ohres mit dem subarachnoidalen Raum der Schädelhöhle.

Der Warzenteil ist eine dicke Knochenplatte, welche die Pyramide nach außen hin abschließt und ihre Basis bildet. Von der Schuppe ist er noch beim Neugeborenen (*157*) durch eine Naht getrennt, welche manchmal selbst noch bei jüngeren Erwachsenen in Resten nachgewiesen werden kann. Ein oberer gezackter Nahtrand steht mit dem Scheitelbein in Verbindung; er biegt dann im Winkel nach unten um. Auf die hierdurch entstehende Ecke trifft die Lambdanaht, an den abwärts ziehenden Teil des Nahtrandes, der sich bis zu dem erwähnten Gelenk zwischen Pyramide und Hinterhauptsbein erstreckt, stößt der untere Teil der Hinterhauptsschuppe. In der Naht oder dicht neben ihr wird der Knochen von einem oder mehreren Emissarien durchsetzt (Forr. mastoidea) (*142*), welche jedoch, wie alle Emissarien, von sehr verschiedener Weite sind, selbst ganz fehlen können.

Über die Innenfläche des Warzenteiles verläuft, soweit sie nicht von dem Ansatz der Pars petrosa verdeckt wird, der zuweilen sehr tief gehöhlte, abwärts gebogene Schenkel des Sulcus transversus unter dem Namen Sulcus sigmoideus (*96*); von ihm geht das erwähnte Emissarium mastoideum aus. Auf der Außenseite des Warzenteiles ragt der von Muskeln als Ansatzpunkt benützte Warzenfortsatz, Processus mastoideus (*95*, *98*), zapfenförmig nach unten. Er besitzt eine laterale

konvexe und eine mediale plane Fläche. Auf der lateralen Fläche findet man an der Basis des Fortsatzes eine schräg aufsteigende, auch am Lebenden hinter dem Ohre fühlbare Firste, Crista supramastoidea (*95*), welche nach vorn in die Wurzel des Jochbogens, nach hinten und oben in die Linea temporalis inferior übergeht. Die mediale Fläche ist durch eine tiefe Furche, Incisura mastoidea (*98*), begrenzt, aus welcher der hintere Bauch des M. digastricus entspringt. Medial neben ihr enthält eine seichte Rinne, Sulcus a. occipitalis (*98*), die Hinterhauptsarterie. Der hintere Rand des Warzenfortsatzes liegt frei und ist durch die Haut zu fühlen, an den vorderen Rand legt sich das Paukenbein an, von welchem er jedoch durch die Fissura tympanico-mastoidea (*95*) getrennt ist. In ihr mündet der erwähnte Canaliculus mastoideus. Bei vollentwickelten Erwachsenen enthält der Warzenfortsatz pneumatische Hohlräume, Cellulae mastoideae (*99*), welche von der Paukenhöhle ausgehen. Oft sind sie nur von einer so dünnen Knochenlamelle bedeckt, daß dieselbe durchscheinend ist.

Der Schuppenteil (*95—97*) gleicht einer kreisförmigen Scheibe, aus deren unterem Teil ein Stück ausgeschnitten ist. Ihr hinterer Umfang bildet mit dem oberen Rand des Warzenteiles einen einspringenden Winkel, Incisura parietalis (*95*), in welchen sich die hintere untere Ecke des Scheitelbeines legt. Der bogenförmige Rand ist im oberen Umfang auf Kosten der inneren Fläche zugeschärft und schuppenförmig mit dem unteren Rand des Scheitelbeines verbunden; vorne, wo er sich mit dem großen Keilbeinflügel verbindet, ist umgekehrt die äußere Tafel kürzer als die innere.

Die innere Oberfläche (*97*) zerfällt durch den an sie angestemmten Rand des Tegmen tympani in zwei Teile. Der obere weitaus größere Teil, Facies cerebralis, gehört der Seitenwand der mittleren Schädelgrube an; er zeigt Juga cerebralia und Impressiones digitatae und eine bogenförmige Gefäßfurche für die A. meningea media (*96*). Der kleine untere Teil von halbmondförmiger Gestalt, Facies tympanica, sieht in die Paukenhöhle, deren laterale Wand er bilden hilft.

Die äußere Oberfläche läßt den Jochfortsatz, Processus zygomaticus (*95*), abgehen. An seinem Ursprung breit und mit oberer und unterer Fläche versehen, dreht er sich alsbald um seine Achse, so daß eine mediale und laterale Fläche und ein oberer und unterer Rand entsteht. Er geht im Bogen vorwärts und endet mit einer rauhen Nahtfläche, welche sich mit dem Jochbein zum Jochbogen, Arcus zygomaticus (*140*), verbindet. Der hintere Rand der Wurzel, mit welcher sich der Jochfortsatz aus der Schuppe erhebt, setzt sich nach hinten in die erwähnte Crista supramastoidea und durch sie in die Linea temporalis inferior fort, der vordere Rand biegt nach vorne ab und bildet den Anfang der bei Betrachtung des Keilbeines erwähnten Crista infratemporalis.

Die oberhalb der Wurzel des Jochfortsatzes gelegene Fläche, Facies temporalis (*95, 140*), gehört der Schläfengrube an, sie ist ziemlich glatt und dient Fasern des M. temporalis zum Ursprung. Oberhalb des äußeren Gehörganges steigt eine seichte, nicht immer deutliche Furche fast senkrecht auf, in welcher die A. temporalis media verläuft (*95*). Unterhalb der Wurzel des Jochfortsatzes biegt die Schuppe medianwärts um. Auf der hier gelegenen Fläche, Facies articularis, fällt sogleich eine transversal gestellte Vertiefung auf, die Gelenkgrube für den Unterkiefer, Fossa mandibularis[1]) (*98*). Vor ihr steht eine Erhöhung, Tuberculum articulare, auf

[1]) Cavitas glenoidea.

welche der Gelenkfortsatz des Unterkiefers bei Öffnung des Mundes vortritt. Ein ganz kleines Feld vor dem Tuberculum hilft das Dach der Fossa infratemporalis bilden. An ihrem hinteren Rand wird die Gelenkgrube von einem parallel mit ihr verlaufenden Wulst [1]) begrenzt, welcher den Gelenkteil der Schuppe von dem Gehörgangsteil abgrenzt. Der letztere stellt eine rinnenförmige Vertiefung dar, an welche sich von unten her das ebenfalls rinnenförmig gestaltete Paukenbein anlegt, so daß die Schuppe die Decke, das Paukenbein den Boden des äußeren Gehörganges, Meatus acusticus externus, darstellt (*95*). Ein nach dem Umfang des Gehörganges gekrümmtes Leistchen, Spina supra meatum (*95*), bezeichnet den eigentlichen oberen Rand des Einganges derselben. Sie ist nicht immer gleich deutlich ausgebildet; besonders gut tritt sie hervor, wenn hinter ihr eine kleine Grube, Fossa supra meatum, vorhanden ist. Bei Operationen in der Gegend kann die Spina als wertvoller Wegweiser dienen.

Entwickelung (*102, 157*). Eingangs wurde schon erwähnt, daß das Schläfenbein sich zusammensetzt: 1. aus einem Teil des Primordialschädels (Ohrkapsel), welcher den Felsen-Warzenteil liefert; 2. aus einem Deckknochen des Hirnschädels, dem Schuppenteil; 3. aus einem weiteren Deckknochen, dem Paukenteil; und 4. aus einem Teil des Schlundbogenskeletes, dem Griffelfortsatz. In der knorpeligen Ohrkapsel treten im zweiten bis fünften Fetalmonat sechs kleine Knochenkerne auf, welche in der Folge zusammenfließen. Von ihnen aus verbreitet sich die Knochensubstanz auch in die Pars mastoidea hinein. Ende des sechsten Monats ist das häutige Labyrinth völlig von Knochen umschlossen. Das Tegmen tympani verknöchert teils von der Ohrkapsel aus, teils entsteht es als Hautknochen. Die in der Umgebung der Ohrkapsel verlaufenden Gefäße und Nerven, sowie die Tube, sind vom knorpeligen Primordialcranium nicht umschlossen, sie gelangen in den Verband des Schläfenbeines erst dadurch, daß sie bei der Verknöcherung von der sich ausbreitenden Knochensubstanz umgeben werden; nur der Beginn des Facialkanales vom inneren Gehörgang bis zum Knie verläuft von Anfang an in einer kurzen Röhre des Chondrocraniums. In seinem weiteren Verlauf ist der siebente Gehirnnerv anfänglich eingeklemmt zwischen dem Paukenbein und der Pars mastoidea, die Chorda tympani zwischen Paukenbein und Schuppe, die Tube zwischen Paukenbein und Schneckenteil des Jochbeines (Bardeen 1910).

Beim Neugeborenen hängen die drei ossificierten Stücke des Schläfenbeines in der Regel schon knöchern, jedoch teilweise noch leicht trennbar, zusammen (*101, 102*). Am festesten ist die Verbindung des Paukenteiles mit der Schuppe, während die Nähte, welche den Felsenwarzenteil mit dem Schuppenpaukenteil zusammenhalten, noch überall sehr deutlich sind. Mit dem ersten Lebensjahr pflegt die Verknöcherung vollendet zu sein, doch besteht die Fissura petrosquamosa, wie erwähnt, das ganze Leben. Auch die Sutura squamoso-mastoidea kann sich zuweilen länger erhalten. Der Proc. styloideus ist bei der Geburt noch ganz knorpelig, er verknöchert in der Folge von der Basis aus, zum Teil auch von der Spitze aufwärts, woher es kommt, daß er zuweilen aus mehreren Stücken besteht. Etwa um die Zeit der Pubertätsentwickelung verwächst er mit dem Felsenbein.

Die Gestalt des Schläfenbeines des Neugeborenen (*157*) weicht beträchtlich von der des Erwachsenen ab. Die Schuppe ist sehr flach, der Jochfortsatz hat noch nicht seine gebogene Gestalt, er geht fast gerade nach vorne, die Fossa mandibularis ist nicht gehöhlt, sondern stellt ein fast planes, in der Fläche der Schuppe liegendes Feld dar. Der Paukenteil weicht noch mehr von seinem späteren Aussehen ab, er besteht lediglich aus einem ringförmigen Knochenstreifen, Anulus tympanicus, welcher nur oben, wo er sich an die Schuppe anlegt, nicht ganz vollständig ist (*101*). In einen Falz dieses Ringes, Sulcus tympanicus, ist das Trommelfell wie in einen Rahmen eingelassen. Außerdem zeigt der Ring noch nahe dem Ansatz seines vorderen Endes an der Schuppe an der medialen Seite eine schräg abwärts ziehende Furche, Sulcus malleolaris, welche den langen Fortsatz des Hammers sowie die durch die spätere Fissura petrotympanica aus- und eintretenden Weichteile aufnimmt. Die obere Begrenzung dieser Fläche wird durch eine scharfe Kante gebildet, welche beiderseits in eine vorragende Spitze ausläuft, Spina (Processus) tympan. ant. und post.

[1]) Tuberculum tympanicum.

Canalis musculotubarius und Fissura petrotympanica sind am Schläfenbein des Neugeborenen noch nicht getrennt. Die Scheidung erfolgt durch Entwickelung des unteren Fortsatzes des Tegmen tympani, welcher dann unterhalb oder vor dem Sulcus malleolaris mit dem oberen Rande des Paukenringes verwächst. Dies geschieht meist erst im dritten bis vierten Lebensjahr, oft noch später. Die Spina tymp. ant. verschmilzt beim Erwachsenen mit dem Tegmen tympani und trägt so zum Abschluß der Fiss. petrotymp. bei, die Spina tymp. post. ist eine bleibende Bildung.

Ein knöcherner Gehörgang ist beim Neugeborenen natürlich noch nicht vorhanden; derselbe bildet sich in der Art, daß schon gleich nach der Geburt auf der (lateralen) Außenseite des glatten Anulus tympanicus zwei Sprossen auftreten, eine vordere und eine hintere. Sie wachsen sich entgegen und vereinigen sich endlich, wodurch ein Loch in der vorderen Wand des Paukenbeines entsteht. Dieses Loch ist im zweiten bis dritten Lebensjahr stets ringsum von Knochensubstanz umschlossen. Seine Existenz bringt die Gefahr mit sich, daß sich Entzündungen u. dgl. aus dem Gehörgang leicht in die Umgebung fortsetzen können. Auch das Umgekehrte kann eintreten. Der völlige Verschluß der Öffnung soll normalerweise bis zum fünften Lebensjahr vollendet sein. Die Rinne, zu welcher sich nun der Paukenteil vervollständigt hat, bildet die untere und vordere Wand des knöchernen äußeren Gehörganges; die obere Wand wird durch immer stärkeres Vortreten der Wurzel des Jochbogens, die hintere durch Anschwellen der Pars mastoidea gebildet.

Der Felsenwarzenteil entwickelt sich in seinen beiden Teilen verschieden. Der Felsenteil bildet sich frühzeitig aus und ist zur Zeit der Geburt überraschend weit fortgeschritten; der Warzenteil ist stark zurückgeblieben. Der erstere ist anfangs genauer nach der Form des Labyrinthes, insbesondere der Bogengänge modelliert. Unter dem oberen vorderen Bogengang findet sich noch beim Neugeborenen eine tiefe, von Knorpel ausgefüllte Grube, welche sich mehr und mehr verkleinert, aber auch beim Erwachsenen noch als eine Spalte persistiert, es ist dies die erwähnte Fossa subarcuata. An letzterem, dem Warzenteil, entsteht erst einige Zeit nach der Geburt die Andeutung eines Warzenfortsatzes, doch hat im zweiten und dritten Jahre der Proc. und die Incisura mastoid. die dem reifen Zustand entsprechende Größe. Zellig und lufthaltig wird der Warzenfortsatz aber erst gegen die Zeit der Pubertät oder noch später. (M.-H.)

Varietäten sind, abgesehen von der Kapsel des Labyrinthes, nicht selten. Schaltknochen und Nahtanomalien werden an der Schuppe beobachtet; von ihnen verdient besonders ein platter Fortsatz hervorgehoben zu werden, welcher zwischen Keilbeinflügel und Scheitelbein bis zum hinteren Rand des Stirnbeines gelangt. Diese Anomalie, welche die Aufmerksamkeit besonders der Anthropologen erregt hat, entsteht dadurch, daß ein in der vorderen Seitenfontanelle auftretender Schaltknochen nicht, wie gewöhnlich, mit dem Scheitel- oder Keilbein, sondern mit der Schläfenbeinschuppe verschmilzt. — In der Schuppe können Löcher für den Durchtritt von Gefäßen vorkommen. Das Foramen mastoideum wird zuweilen sehr groß, so daß es imstande ist, das Foramen jugulare zum Teil oder selbst ganz zu ersetzen. Man beobachtet dergleichen sehr oft bei rachitischer Abknickung der Schädelbasis.

Das Tegmen tympani wird zuweilen von einer Naht durchsetzt. Durch Dehiscenzen des sehr dünnen Knochens können pathologische Prozesse aus der Paukenhöhle in die Schädelhöhle hinein fortgeleitet werden.

Das normalerweise in der Kindheit verschlossene Loch in der vorderen Wand des äußeren Gehörgangs erhält sich zuweilen auch beim Erwachsenen.

Hinter der Crista supramastoidea, da wo der Winkel des Scheitelbeines an das Schläfenbein anstößt, findet man zuweilen einen kleinen Höcker, Tuberculum supramastoideum posterius (Waldeyer 1909). Greift er auf das benachbarte Scheitelbein über, dann kann man ihn Processus asteriacus (Haferland 1905) nennen.

## 4. Scheitelbein, Os parietale.

Die beiden Scheitelbeine bilden den größten Teil der Seitenwand des Hirnschädels, indem sie sich wie Spreizen zwischen Stirnbein und Hinterhauptsbein einschieben. Sie sind platt und von ziemlich regelmäßiger vierseitiger Gestalt. Da sie nach der Form des Schädeldaches gebogen sind, erscheinen sie außen konvex, innen

konkav gewölbt (*103*, *104*). Die Ränder sind mit Ausnahme des unteren stark gezahnt. Der obere Rand, Margo sagittalis[1]), vereinigt sich mit dem gleichen des Scheitelbeines der anderen Seite zur Sutura sagittalis; der vordere Rand, Margo frontalis[2]), mit dem Stirnbein zur Sutura coronalis; der hintere, Margo occipitalis[3]), mit der Schuppe des Hinterhauptsbeines zur Sutura lambdoidea. Der untere Rand, Margo squamosus[4]) ist zugeschärft und verbindet sich mit der Schuppe des Schläfenbeines.

Was die vier Winkel des Scheitelbeines anlangt, so sind die beiden oberen, Angulus frontalis und occipitalis, mit den in ihrem Namen genannten Knochen in Verbindung. Von den unteren stößt der vordere, Angulus sphenoidalis, an die Spitze des großen Keilbeinflügels, der hintere, Angulus mastoideus, fügt sich in den einspringenden Winkel zwischen Pars squamosa und mastoidea des Schläfenbeines.

Die Außenfläche (*103*) trägt im Centrum ihrer konvexen Wölbung eine Hervorragung, Tuber parietale, welche auch beim Lebenden sichtbar ist und deutlich gefühlt werden kann. Unter ihr verlaufen dem Margo squamosus parallel zwei gebogene Linien, Linea temporalis superior und inferior[5]), welche zwischen sich ein Feld von besonders glatter Beschaffenheit fassen. Sie bilden die Grenze zwischen dem Planum temporale, von welchem der M. temporalis entspringt, und der Scheitelgegend. An dem glatten Feld zwischen beiden Temporallinien haftet die Knochenhaut besonders fest.

Die stark konkave Innenfläche (*104*) ist an der Stelle des Scheitelhöckers leicht grubenförmig vertieft. Sie zeigt ein System verzweigter, rückwärts verlaufender Furchen für die A. meningea media; es sind ihrer gewöhnlich drei an Zahl. Die vordere betritt die Fläche am vorderen unteren Winkel, die mittlere ein wenig hinter demselben, die hintere, kleinste, nächst dem hinteren unteren Winkel. Unmittelbar am oberen Rand wird die Innenfläche von einer halben Längsrinne eingenommen, welche sich mit einer ebensolchen des anderen Scheitelbeines zum Sulcus sagittalis[6]) für den gleichnamigen Blutleiter ergänzt. Von ihm geht das Foramen parietale aus, welches ein Emissarium enthält. Dasselbe ist 2—3 cm von der Spitze der Lambdanaht entfernt. Wie die anderen Emissarien so ist auch dieses sehr variabel, es schwankt von Nadelstichgröße bis zum Durchmesser von einem Centimeter, es kann auch ganz fehlen (*104*). Mit der Entwickelung des Loches hängt es zusammen, daß die stark geschlängelte Zahnung der Sagittalnaht in der Gegend zwischen den Forr. parietalia sich mehr oder weniger streckt. Am unteren hinteren Winkel greift auf der Innenfläche der am Scheitelbein vorüberziehende Sulcus transversus gewöhnlich noch mit einer kleinen Strecke auf das Scheitelbein über.

Außer den arteriellen und venösen Gefäßfurchen findet man auf der Innenfläche des Scheitelbeines auch Impressiones digitatae und Juga cerebralia, sowie kleine Grübchen (*144*) zur Aufnahme von Arachnoidealzotten in wechselnder Zahl und an wechselnder Stelle, doch bevorzugen sie den obersten Teil der Fläche.

---

[1]) Margo parietalis.
[2]) Margo coronalis.
[3]) Margo lambdoideus.
[4]) Margo temporalis.
[5]) Linea semicircularis sup. und inf.
[6]) Semisulcus sagittalis, S. longitudinalis.

Entwickelung (*158*). Das Scheitelbein ist ein reiner Hautknochen, welcher sich von zwei vertikal übereinander liegenden Ossifikationspunkten aus entwickelt. Dieselben treten um den 45. Tag des Fetallebens an der Stelle des späteren Tuber par. auf. Im vierten Monat fließen sie zusammen. Von ihnen aus breitet sich die Knochenbildung strahlenförmig nach allen Seiten hin aus. Zur Zeit der Geburt ist jedoch die Verknöcherung noch nicht bis zu den vier Ecken vorgedrungen, diese sind vielmehr noch häutig und werden als Fontanellen, Fonticuli (*154*), bezeichnet. Bei Neugeborenen und Kindern treten die Tubera parietalia stärker hervor, als bei Erwachsenen.

An der Stelle der For. parietalia beider Seiten zögert die Verknöcherung ebenfalls, und im fünften Fetalmonat findet man dort noch einen ziemlich breiten, häutig ausgefüllten Zwischenraum, welcher auch als Fontic. sagittalis benannt worden ist. In der letzten Zeit des Fetallebens sieht man nur noch Spalten, welche den Sagittalrand einkerben; zuletzt schließen sich die Löcher beider Seiten knöchern, haben aber zwischen sich auch später noch den erwähnten gestreckten Teil der Sagittalnaht.

In hohem Alter kann die Diploe der Scheitelbeine soweit verschwinden, daß die äußere Tafel einsinkt und große durchscheinende Stellen entstehen.

Varietäten. Eine Naht teilt zuweilen das Scheitelbein in eine obere und untere Hälfte, was sich daraus erklärt, daß die beiden ursprünglichen Ossifikationspunkte nicht miteinander verschmelzen. — Außer den erwähnten großen Furchen für die Blutleiter kommen öfters noch kleinere vor, welche sich nach dem Sulcus sagittalis hin wenden (Schultze 1899).

## 5. Stirnbein, Os frontale.

Das unpaarige Stirnbein liefert den vorderen Abschluß der Schädelkapsel. Es besteht aus einem aufsteigenden Schuppenteil, Squama frontalis[1]), der Grundlage der Stirne und den horizontal liegenden Partes orbitales[2]), welche die Dächer beider Augenhöhlen bilden. In der Mitte zwischen ihnen ist in einem tiefen Einschnitt, Incisura ethmoidalis, das Siebbein eingefügt.

Der hintere Rand des Stirnbeines steht im größten Teil seines Umfanges mit den beiden Scheitelbeinen in Nahtverbindung (Margo parietalis), unten aber mit den großen und kleinen Flügeln des Keilbeines.

An der inneren Oberfläche, Facies cerebralis (*106*), gehen die beiden Teile des Stirnbeines ohne scharfe Grenze ineinander über. Sie zeigt median unten am vorderen Ende der Incisura ethmoidalis den Eingang in einen kurzen, blind endigenden Kanal, Foramen caecum, welcher entweder vom Stirnbein allein oder von ihm in Verbindung mit dem Siebbein umschlossen wird. Es nimmt einen Fortsatz der harten Hirnhaut auf. Zu beiden Seiten desselben lagern sich an kleine rauhe Flächen die Processus alares der Crista galli des Siebbeines an. Vom For. caecum aus erhebt sich in der Mittellinie ein Kamm, Crista frontalis; er weicht nach oben in zwei Schenkel auseinander, welche den Sulcus sagittalis zwischen sich fassen, der dann vom Stirnbein auf das Scheitelbein (S. 62) übergeht. Die breiten Flächen zu beiden Seiten der Mittellinie zeigen die vordersten Ausläufer der Furchen für die A. meningea media, sowie Grübchen zur Aufnahme von Arachnoidealzotten. Juga cerebralia und Impressiones digitatae sind an der Innenseite der Schuppe schwach, an der Oberseite der Partes orbitales stark ausgebildet.

An der Außenseite des Stirnbeines (*105*, *107*) wird die Schuppe von den horizontalen Teilen scharf getrennt. In der Mitte der Grenzlinie findet man den vorderen Umfang einer sehr rauhen Nahtfläche, an welche sich die Nasenwurzel anlegt. Zu

[1]) Pars perpendicularis.
[2]) Pars horizontalis.

beiden Seiten schließt sich dann der obere Rand der Augenhöhlen, Margo supraorbitalis, an. In der Nähe seines medialen Endes zeigt derselbe eine flache Furche, Incisura frontalis, lateral von ihr einen meist etwas tieferen Ausschnitt, Incisura supraorbitalis, beide für die gleichnamigen Nerven und Gefäße bestimmt. Sie können durch Knochenbrücken zu Löchern geschlossen werden. Der seitliche Teil des Supraorbitalrandes ist besonders scharf; bei Fall auf einer glatten Fläche, z. B. auf der Eisbahn, auf die Seite des Gesichtes, kann er von innen nach außen die Haut durchschneiden.

Die Außenfläche der Schuppe ist nur von einer dünnen Weichteilschichte überzogen, so daß man ihre Form auch am Lebenden leicht erkennt. Nahe der Haargrenze treten beiderseits die Stirnhöcker, Tubera frontalia (*105*), hervor, bei dem einen Schädel stärker, bei dem anderen schwächer. Unter ihnen folgt eine ganz leichte Einsenkung. Zunächst dem Supraorbitalrand kommt dann, ihm ungefähr parallel verlaufend, ein Wulst, Arcus superciliaris, ebenfalls von verschiedener Ausbildung. Daß er nichts mit den Augenbrauen zu tun hat, wie sein Name vermuten lassen könnte, lehrt die Betastung am Lebenden. Die Braue folgt dem Augenhöhlenrand, die Arcus superciliares aber werden hervorgerufen durch die hinter ihm liegenden Stirnhöhlen. Die Stelle zwischen den beiden Arcus superciliares über der Nasenwurzel trägt den Namen Stirnglatze, Glabella, weil dort am unversehrten Kopf die beiden Brauen in der Regel zwischen sich eine unbehaarte Stelle lassen.

Die Stirnfläche, Facies frontalis, der Schuppe wird beiderseits begrenzt durch den erst einfachen Anfang der Linea temporalis, welche sich nachher beim Übergang auf das Scheitelbein (S. 62) teilt. Hinter ihr folgt die kleine Facies temporalis (*105*), welche sich mit der entsprechenden Fläche des Scheitelbeines zur Bildung des Planum temporale vereinigt. Das vordere Ende der Linea temporalis und das laterale des Margo supraorbitalis gehen auf einen dreiseitig prismatischen Vorsprung über, Processus zygomaticus, welcher sich einerseits an der Bildung der Facies orbitalis, andererseits an der der Facies temporalis beteiligt. Die untere Fläche des Fortsatzes ist durch eine rauhe Naht mit dem Jochbein verbunden.

Die Pars nasalis (*107*) besteht aus einem hufeisenförmig gebogenen Rand. Derselbe trägt vorne eine sehr rauhe Nahtfläche für Anheftung der Nasenbeine und des Proc. frontalis des Oberkiefers. Die Nasenbeine werden noch durch einen median stehenden, seitlich abgeplatteten Fortsatz von individuell verschiedener Länge, Spina frontalis (*105*), besonders gestützt. An die hintere Kante der Spina legt sich die Lamina perpendicularis des Siebbeins, im Inneren beherbergt sie das oben erwähnte Foramen caecum; beide stehen und fallen miteinander (Holl 1893). Zu beiden Seiten ist die Oberfläche des Nasenteiles zellig gebaut, zur Ergänzung der an sie sich anlegenden Zellen des Siebbeines. Zwischen dem Stirnfortsatz des Oberkiefers und dem Siebbein legt sich der obere Rand des Tränenbeines an den Nasenteil des Stirnbeines an.

Die Orbitalflächen, Facies orbitales (*107*), verschmälern sich nach hinten, so daß sie eine fast dreiseitige Gestalt zeigen. Nahe dem medialen Ende des Supraorbitalrandes findet man ein nicht immer gleich gut ausgebildetes Grübchen, Fovea trochlearis, zur Anheftung der Schlinge, in welcher die Sehne des M. obliquus oculi sup. läuft. In selteneren Fällen steht neben und hinter der Fovea ein kurzer Stachel, Spina trochlearis. An der lateralen Seite der Orbitalfläche findet man nächst dem Jochfortsatz eine schlecht begrenzte Vertiefung, welche eine Fingerkuppe aufnehmen kann, für die obere Tränendrüse, Fossa glandulae lacrimalis.

Der rauhe laterale Rand des Orbitalteiles steht vorne mit dem Jochbein, hinten mit dem großen Keilbeinflügel in Verbindung.

Die Stirnhöhlen, Sinus frontales[1]) (*112*, *113*), sind pneumatische Nebenhöhlen der Nase. Beim Erwachsenen sind sie normalerweise von Keil- oder Dreiecksform. Sie überragen bei mittlerer Ausbildung den Augenbrauenwulst kaum und erstrecken sich dicht hinter dem Augenhöhlenrand auf das medialste Ende des Orbitaldaches. Sie sind nicht immer symmetrisch. Voneinander getrennt werden sie durch ein nicht immer genau median stehendes Septum. Dasselbe ist die letzte Erinnerung an die paarige Entstehung des Stirnbeines.

Die Wand der Stirnhöhle ist vorne am stärksten, über der Orbita am dünnsten. Die Oberflächen der Stirnhöhlen sind glatt, doch springen nicht selten Leisten vor, welche größere oder kleinere Nischen bilden können. Von ihrer Mündung im Infundibulum des Siebbeines wird unten die Rede sein.

Entwickelung (*159*). Wie das Scheitelbein ist auch das Stirnbein ein reiner Hautknochen. Es legt sich paarig an und zwar von zwei Ossifikationspunkten aus, welche an Stelle der späteren Tubera frontalia gegen Ende des zweiten Fetalmonats auftreten. Von ihnen aus entsteht auch die Pars orbitalis in der neunten Woche. Accessorische Knochenpunkte wurden von verschiedenen Beobachtern gefunden: im Proc. zygomaticus (für ein Os postfrontale gehalten), im hinteren Teil der Pars orbitalis, am spätesten auftretend in der Basis der Spina frontalis. Zur Zeit der Geburt sind beide Stirnbeine noch voneinander getrennt. Ihre Verwachsung beginnt gegen Ende des ersten Lebensjahres und zwar zuerst in dem mittleren Teil der sie verbindenden Naht. Nahe der Nasenwurzel läßt zuweilen die Vereinigung etwas länger auf sich warten, man spricht dann von einer Fontanella metopica. (Vgl. Schwalbe 1901). Gegen Ende des zweiten Lebensjahres verschwindet die Stirnnaht, welche vorher zackig geworden war, vollständig.

Die Stirnhöhlen erscheinen in ihren ersten Spuren gegen Ende des ersten Lebensjahres, indem die luftführenden Räume der Nase in das Stirnbein vordringen. Sie wachsen erst sehr langsam hinter dem oberen Augenhöhlenrand hin, so daß das Orbitaldach bei ihrer pathologischen Anschwellung in die Augenhöhle hinein vorgewölbt wird. Später vergrößern sie sich auch nach oben; ihre volle Ausbildung erlangen sie erst zu Beginn der zwanziger Jahre. Durch ihr Wachsen verändert sich während und nach der Pubertätsentwickelung die Physiognomie zuweilen beträchtlich, indem die kindlich stark gewölbte Stirn in ihrem unteren Teil flacher erscheint und die Nasenwurzel vortritt. Ob die Stirnhöhlen bis ins Alter hinein sich immer weiter vergrößern können, wie es von manchen Seiten behauptet wird, muß dahingestellt bleiben, da ihre definitive Ausbildung auch in jüngeren Jahren eine überaus schwankende ist.

Varietäten. Spuren der Stirnnaht erhalten sich in ihrem untersten Teil über der Nasenwurzel häufig. Dort kombinieren sich auch mit dem erstmaligen Schluß sekundäre Knochenbildungen, welche Schwalbe (1901) beschreibt. In nicht allzu seltenen Fällen bleibt die Stirnnaht auch beim Erwachsenen in ganzer Ausdehnung erhalten. Sie zeigt dann von allen Nähten der Calvaria die geringste Neigung zur Obliteration. — Wenn sich die Stirnhöhlen sehr stark ausbreiten, dann treiben sie die Arcus superciliares stark vor und steigen oft beträchtlich weit an der Stirne empor. In etwa einem Drittel der Fälle (Witt 1909) erstrecken sie sich auch über das Dach der Augenhöhle hin. Sie können bis gegen den Processus clinoideus anterior hin reichen. Erfolgt in einem solchen Fall ein Bruch des Augenhöhlendaches, dann tritt von der Stirnhöhle aus Luft in den Inhalt der Orbita ein.

Auf der anderen Seite können sie auch bis in die Spina frontalis hinein sich erstrecken, so daß sie bis unter das Nasendach reichen. Andererseits findet man sie gelegentlich verkümmert, selbst ganz fehlend. Als Rasseneigentümlichkeit beobachtet man dies bei Australiern. Vom Siebbein her können hohlkugelartig ausgebuchtete pneumatische Kammern in die Stirnhöhlen hinein vorgetrieben werden; dieselben haben natürlich eine besondere Mündung.

Praktische Bemerkungen. Da die der Orbita zugekehrte Wand der Stirnhöhle am dünnsten ist, wird sie bei Empyemen am ersten vorgebuchtet. Eine Ektasie ist deshalb zuerst über dem medialen Augenwinkel bemerkbar. Die Dicke der äußeren Wand bringt es mit sich,

[1]) Antrum frontale.

daß andringenden Gewalten ein Widerstand entgegengesetzt wird, welcher nicht geringer ist, wie der des Schädeldaches im allgemeinen. Lückenbildung, sei es durch Entwickelungshemmung, sei es durch Atrophie, kann alle Wände der Stirnhöhle, auch die Scheidewand, betreffen; besondere Gefahr bringt ein Defekt der hinteren Wand mit sich, da bei ihm die Weichteile der Stirnhöhle mit denen der Schädelhöhle in unmittelbaren Kontakt treten.

## 6. Siebbein, Os ethmoidale.

Die Ausbildung des menschlichen Siebbeines ist eine geringere als bei den meisten Säugern, was im Zusammenhang mit den Umformungen steht, welche der menschliche Schädel durch die übermächtige Entwickelung des Vorderhirnes erfährt. Das mehr nach vorne gerichtete Gesichtsskelet und Siebbein der niederer stehenden Säuger zeigt sich beim Menschen nach unten verschoben und die Augenhöhlen rücken näher zusammen, so daß der Raum zwischen ihnen, in welchen sich das Siebbein einfügt, beengt wird. In Verbindung mit der Verschmälerung des Siebbeines steht eine Reduktion des Geruchsorganes und derjenigen Teile des Knochens, welche dessen Ausbreitung tragen.

Entwickelungsgeschichtlich geht das Siebbein aus dem hinteren Teil der Knorpelkapsel des Geruchsorganes hervor. Dieselbe ist anfänglich glattwandig, in der Folge aber erheben sich an ihrer inneren Oberfläche Leisten, welche Schleimhautfalten zu stützen haben (Conchae[1]), Muscheln). Die Ansatzlinie derselben geht von der Lamina cribrosa aus auf die Seitenwand der Nasenkapsel über und ist von oben vorn, nach hinten unten gerichtet. Die vergleichende Anatomie lehrt (Paulli 1900), daß ihrer ursprünglich fünf vorhanden waren (Hauptmuscheln, Endoturbinalien), zu welchen noch eine wechselnde Anzahl kleinerer (Nebenmuscheln, Ektoturbinalien) kommen, welche nicht so weit gegen die Scheidewand hin vorspringen, wie jene, sondern zwischen ihnen in der Tiefe verborgen sind. Eine große Anpassungsfähigkeit des Siebbeines an die speziellen Bedürfnisse einer Species bringt es nun mit sich, daß die Muscheln einerseits ungemein kompliziert werden können, indem sich der von einer Basalplatte ausgehende freie Rand stark umrollt, indem von der Basalplatte selbst Seitenplatten ausgehen, welche sich ebenfalls umrollen; andererseits können sie sich außerordentlich vereinfachen, so daß ihr Rand nur wenig umgebogen erscheint. Sie können ganz rudimentär werden, ein Teil von ihnen kann auch völlig verschwinden. Beim Menschen sind sie sowohl in ihrem Bau wie auch an Zahl reduziert.

Durch Verwachsungsvorgänge und divertikelartige Ausstülpungen von Schleimhautsäckchen entsteht an der Innenwand des Siebbeins ein System von Kammern, Cellulae ethmoidales, welche nach der Verknöcherung durch papierdünne Knochenplättchen voneinander getrennt werden. Sie liegen in drei (beim Vorhandensein einer obersten Muschel in vier) Reihen übereinander und öffnen sich in die Spalten zwischen den Muscheln (Seydel 1891). Die größten Räume dieser Art sind die Stirnhöhle und die Kieferhöhle. Die Keilbeinhöhle dagegen ist als der hinterste Teil der Haupthöhle der Nase anzusehen, welcher sich von dieser abgesondert hat (Killian 1906).

In ausgebildetem Zustand erscheint das Siebbein zusammengesetzt aus einer horizontalen und einer vertikalen Platte, welche sich im rechten Winkel durchkreuzen und aus den Seitenteilen, welche von der horizontalen Platte ausgehen.

---

[1]) Ossa turbinata, turbinalia.

Die vertikal stehende Platte ist ein Teil der medianen Scheidewand, welche sich vom Innern der Schädelhöhle aus in die Nase bis zu deren Boden herab fortsetzt. In der Nasenhöhle bildet sie die Lamina perpendicularis (*108, 145*), welche die Form eines ungleichseitigen Viereckes besitzt. Hinten stößt sie an die Crista sphenoidalis, unten wird sie ergänzt durch die nachher zu beschreibende Pflugschar, vorne oben legt sie sich an die Nasenbeine, vorne unten hängt sie zusammen mit einer stets unverknöchert bleibenden Knorpelplatte, welche den vordersten Teil der Nasenscheidewand bildet. Jenseits der Lamina cribrosa in der Schädelhöhle setzt sich die mediane Scheidewand fort als Hahnenkamm, Crista galli[1]) (*108, 109*), einen vorne steil, nach hinten allmählich abfallenden, oft aufgetriebenen Vorsprung von sehr verschiedener Größe, von welchem dann die im weiteren fibröse Scheidewand des Schädelraumes, die Hirnsichel, nach oben ausgeht. Der vordere Rand der Crista galli läuft jederseits in einen kleinen flügelförmigen Fortsatz, Processus alaris (*109, 110*), aus, welcher sich an das Stirnbein anlegt und sich an der Umschließung des Foramen caecum beteiligt (S. 63).

Die horizontale Platte des Siebbeines, welche die beiden Teile der vertikalen voneinander trennt, ist die Lamina cribrosa[2]) (*110*). Sie legt sich in die Incisura ethmoidalis des Stirnbeines hinein und grenzt hinten an den Körper des Keilbeines. Auf ihr ruht der Bulbus olfactorius des Gehirns. Die von diesem ausgehenden Zweige des N. olfactorius betreten durch die zahlreichen Löcher, welche die in Rede stehende Platte siebförmig durchbrechen, die Nasenhöhle. Eines der vordersten Löcher, welches schlitzförmig verlängert ist, läßt den N. ethmoidalis von der Schädelhöhle in die Nasenhöhle gelangen.

Das Siebbeinlabyrinth, Labyrinthus ethmoidalis (*108*), ist von einer ungefähr würfelförmigen Gestalt. Es ist jederseits am Seitenrand der Siebplatte befestigt und stößt oben an das Stirnbein, unten an das Oberkieferbein, hinten an den Keilbeinkörper und das Gaumenbein, vorne an das Tränenbein. Im übrigen ist seine seitliche Oberfläche als eine papierdünne Platte, Lamina papyracea (*109*), in der Augenhöhle sichtbar, wo sie den Hauptteil von deren medialer Wand zu bilden hat (*114*).

In der Augenhöhle findet man in der Naht zwischen Papierplatte und Stirnbein zwei Öffnungen, Forr. ethmoidalia, anterius und posterius (*114*), die Eingänge von kurzen Kanälen, welche von aufeinander passenden Rinnen der beiden Knochen gebildet werden oder auch nur einem derselben angehören. Sie enthalten die gleichnamigen Nerven und Gefäße.

Die erwähnten Kammern, Cellulae ethmoidales (*110*), welche das Labyrinth bilden, werden im allgemeinen von der Papierplatte bedeckt; dort aber, wo sich das Labyrinth an benachbarte Knochen anlegt, dringen sie gegen diese soweit vor, daß sie in ihnen Aushöhlungen verursachen. Bei der Trennung der einzelnen Schädelknochen voneinander bleibt ein Teil dieser Zellen an den deckenden Knochen hängen, so daß der am Siebbein befindliche Teil mit weiter Öffnung klafft. Man benennt diese letzteren Kammern als Cellulae frontales, maxillares, sphenoidales, palatinae, lacrimales.

Von der medialen Seite des Labyrinthes gehen die Muscheln aus und zwar gewöhnlich zwei, Concha superior[3]) und media (*112*). Sie sind schief nach hinten

[1]) Crista ethmoidica, Triepel.
[2]) Lamina cribrosiformis.
[3]) Concha Morgagniana. Os turbinatum sup.

absteigende Knochenplättchen mit rauher Oberfläche und einem lateralwärts umgerollten freien Rand (*111*). Ihre Ansätze fließen oben, wo sie von der Lamina cribrosa ausgehen, zusammen, unten und hinten weichen sie auseinander, so daß der Ansatz der oberen Muschel auf die Mitte des For. sphenopalatinum, der der mittleren auf dessen unteren Umfang trifft. Die Spalte zwischen den beiden Muscheln wird als oberer Nasengang, Meatus nasi superior, bezeichnet. In einer Anzahl von Fällen kommt es oberhalb der Concha superior zur Ausbildung einer obersten Muschel, Concha suprema [1]), welche einmal gut entwickelt, ein andermal rudimentär ausgebildet ist.

Unter der mittleren Muschel, von ihr gedeckt, findet man ferner einen hohlen Wulst, welcher einer Siebbeinzelle gleicht (Bulla ethmoidalis) (*108. 113*); sie entspricht einer der erwähnten Nebenmuscheln. Vor der vorderen Spitze der mittleren Muschel endlich geht von einem kleinen, nicht immer deutlichen Wulst (Agger nasi) (*113*) ein platter, dünner Fortsatz aus (Processus uncinatus) (*108, 114*), welcher einen nach hinten gerichteten, gebogenen Verlauf zeigt. Agger nasi und Proc. uncinatus stellen den verkümmerten Rest einer Muschel dar, des bei Säugetieren oft mächtig ausgebildeten Os nasoturbinale. In der menschlichen Nase dient der Proc. uncinatus nur dazu, die große Öffnung der Kieferhöhle teilweise zu verschließen. Bulla ethmoidalis und Processus uncinatus begrenzen einen halbmondförmigen Spalt, Hiatus semilunaris (*113*), den Eingang in einen Raum, Infundibulum, von welchem aus man einerseits in die Kieferhöhle, andererseits in die Stirnhöhle gelangt.

Entwickelung. Die Formbildung des Siebbeinskeletes erfolgt unter dem Einfluß der Weichteile, es schließt sich erst sekundär an diese an. Davon wird bei Betrachtung der Nase im ganzen zu sprechen sein. Die Knochenentwickelung ist eine enchondrale; sie erfolgt spät, erst vom fünften Fetalmonat ab. Zu dieser Zeit erscheint ein Knochenkern in der Lamina papyracea, dem sich andere anschließen. Noch zur Zeit der Geburt sind die beiden Labyrinthe nicht knöchern mit dem übrigen verbunden. In der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres tritt am Ansatz der Lamina cribrosa an die Lamina perpendicularis eine Reihe von Knochenpunkten auf, danach auch in der Crista galli. Endlich fließt alles zusammen und etwa im sechsten Lebensjahr ist die Verknöcherung vollendet. Die Cellulae ethmoidales bilden sich teilweise erst während des Ossifikationsprozesses vollständig aus.

Varietäten in der Ausbildung der Siebbeinlabyrinthe sind überaus häufig und vielseitig. Die Muscheln sind einander in den einzelnen Fällen nicht immer homolog. Killian (1896), welcher feststellt, daß beim Menschen sechs Hauptmuscheln zur Anlage kommen, zeigt, daß dieselben während der Entwickelung in verschiedenen Kombinationen verschmelzen können und es kommen Fälle vor, in welchen man über die morphologische Bedeutung der vorhandenen Muschelbildungen im Zweifel sein kann. Von den pneumatischen Höhlen des Siebbeines sagt Paulli (1900), daß die Systeme außerordentlich großen individuellen Verschiedenheiten unterworfen sind. Da die Lage der Öffnungen in den Zwischenräumen der Muscheln ganz regellos ist und da Rückbildungserscheinungen eine bedeutende Rolle spielen, erscheint die Fixierung der Lage jeder Öffnung und die Homologisierung der einzelnen Höhlen außerordentlich erschwert. „Es werden einerseits Gänge verengt oder gar vernichtet und anderseits konfluieren sonst getrennte Räume und es treten durch exzessive Größe ausgezeichnete Siebbeinzellen auf" (Zuckerkandl 1893). Die Pneumatisation des Siebbeins wird nicht durch eine bestimmte pneumatische Höhle dargestellt, weshalb sowohl die Zahl der frontalen Höhlen wie auch die Lage ihrer Öffnungen sehr bedeutende individuelle Verschiedenheiten zeigen (Paulli).

Die Zellenbildung erstreckt sich in die mittlere Nasenmuschel, den Agger nasi und den Processus uncinatus hinein (Schäffer 1910).

---

[1]) Concha Santoriniana.

Das Siebbein wird durch einige kleinere Knochen zur Gesamtheit des Nasenskeletes vervollständigt und zwar durch die unteren Muscheln und die Tränenbeine, welche das Labyrinth, und das Pflugscharbein, welche die mediane Scheidewand ergänzen. Die Nasenbeine haben das Skelet der äußeren Nase zu bilden.

## 7. Untere Muschel, Concha inferior[1]).

In ausgebildetem Zustand bildet die untere Muschel einen separaten Knochen, obwohl sie ebenfalls aus der knorpeligen Nasenkapsel hervorgeht. Sie bildet sich aus dem unteren einwärts umgebogenen Rand derselben und ist deshalb den Siebbeinmuscheln nicht homolog. Der von diesen verschiedene Ursprung zeigt sich auch darin, daß die Richtung ihres Ansatzes an der lateralen Nasenwand ein anderer ist. Er verläuft fast horizontal von vorne nach hinten (*112*). Das Aussehen der unteren Muschel ist freilich dem der Siebbeinmuscheln sehr ähnlich. Sie besteht aus einem Körper und drei Fortsätzen.

Der Körper ist eine dünne konvex-konkav gestaltete Knochenplatte mit rauher Oberfläche (*113*). Vorne und hinten zeigt sie sich zugespitzt. Das vordere Ende des Körpers legt sich an die Crista conchalis des Oberkieferbeines, das hintere an diejenige des Gaumenbeines an. Der Mittelteil überbrückt den Hiatus maxillaris der Kieferhöhle.

Die Fortsätze gehen von dem Mittelteil des lateral-oberen Randes des Körpers aus. Der Processus maxillaris (*114*), eine dreieckige oder halbmondförmige Knochenplatte, ragt abwärts und verschließt den unteren Teil des Hiatus maxillaris. Die beiden anderen Fortsätze sind aufwärts gerichtet. Der vordere, Processus lacrimalis[2]) (*113*), ist ein vierseitiges Plättchen, welches sich in die Lücke zwischen den Rändern des Sulcus lacrimalis des Oberkieferbeines einschiebt und auf diese Art die mediale Wand des Tränennasenganges bildet. Nach oben stößt er an den unteren Rand des Tränenbeines. Der hintere Fortsatz, Processus ethmoidalis, ist unregelmäßig geformt und weniger konstant wie der vordere (*113*, *114*). Er steigt gegen das Ende des Proc. uncinatus auf und ist oft mit ihm verwachsen. Wie der Proc. maxillaris trägt auch er zur Verengerung des weiten Hiatus maxillaris bei.

Die Spalte zwischen mittlerer und unterer Muschel wird als mittlerer, die zwischen unterer Muschel und Nasenboden als unterer Nasengang, Meatus nasi medius und inferior bezeichnet (*111*).

Entwickelung. Die Verknöcherung geschieht unabhängig von der des Siebbeines im fünften bis siebenten Fetalmonat.

Varietäten. Die Krümmung der unteren Muschel ist eine sehr wechselnde, selbst in den beiden Nasenhälften eines und desselben Menschen, es wird dadurch die Weite des unteren Nasenganges maßgebend beeinflußt. Der freie Rand ist zuweilen mehr oder weniger tief eingekerbt.

## 8. Tränenbein, Os lacrimale[3]).

Das Tränenbein (*115*, *116*) ist von vierseitiger Gestalt. Es schließt sich an das Siebbein an und ergänzt es in der Bedeckung seiner pneumatischen Räume. Es ist

[1]) Os turbinale. Maxillo-turbinale.
[2]) Processus nasalis.
[3]) Os unguis.

eine vierseitige, sehr dünne Knochenplatte, welche hinten an die Papierplatte des Siebbeins, oben an das Stirnbein, unten an den Körper des Oberkieferbeines und die untere Muschel, vorne an den Stirnfortsatz des Oberkiefers grenzt (*114*). Über seine der Augenhöhle zugewandte äußere Oberfläche läuft eine scharfe Firste herab, Crista lacrimalis posterior, welche unten mit einem vorwärts gekrümmten Haken, Hamulus lacrimalis[1]), endigt. Die Firste trennt das hintere plane Feld des Knochens, welches in der Flucht der Papierplatte liegt, von dem vorderen gehöhlten Feld, Sulcus lacrimalis, ab, welches zusammen mit einem gleichnamigen Feld des Oberkiefers die Fossa sacci lacrimalis (*114*) bildet. Das untere Ende der Tränenfurche berührt sich, wie erwähnt, mit dem erwähnten Proc. lacrimalis der unteren Muschel; der Hamulus hilft den Eingang in den Tränennasenkanal umranden.

Die innere Oberfläche zeigt blattrippenartig vorspringende Leistchen von horizontalem und schrägem Verlauf, Grenzen der von dem Knochen gedeckten Siebbeinzellen (*116*).

Entwickelung (*160*). Das Tränenbein entsteht als Deckknochen im dritten Fetalmonat in der Regel von einem einzigen Knochenkern aus. Daß dies jedoch nicht ausnahmslos der Fall sein muß, beweisen Fälle, in welchen es der Länge oder der Quere nach durch eine Naht geteilt ist, oder in welchen der Hamulus ein besonderes Knöchelchen darstellt.

Varietäten sind zahlreich. Oft ist das Tränenbein von größeren oder kleineren Öffnungen durchbrochen; die Zahl der Löcher kann so groß werden, daß nur ein Netz zarter Knochenleistchen übrig bleibt. Es kann sehr schmal werden, es kann (selten) selbst ganz fehlen und wird dann durch die angrenzenden Knochen ersetzt. Der Hamulus kann sich verdoppeln (selten), er kann reduziert sein oder fehlen, er kann verbreitert oder verlängert sein, er kann sich in den Tränennasenkanal hinein senken. Eine Anzahl von Varietäten des Tränenbeines stellt Zustände dar, wie sie bei gewissen Säugern normal sind. (Vgl. Zabel 1900.)

## 9. Pflugscharbein, Vomer.

Eine unregelmäßig vierseitige Platte (*145*), welche in der Fortsetzung der Lamina perpendicularis des Siebbeines den unteren Teil der knöchernen Nasenscheidewand bildet. Der obere, rinnenförmig vertiefte Rand der Pflugschar grenzt an die Perpendikularplatte, überragt sie aber nach beiden Seiten; hinten legt sie sich an den Körper des Keilbeines an, vorne an den knorpeligen Teil der Nasenscheidewand. Der untere Rand steht auf der Crista nasalis des Nasenbodens, der ganz kurze vordere Rand stemmt sich an die hintere Seite des Os incisivum, der hintere scharfe Rand ist frei und bildet die Scheidewand der Choanen (*142*). Wo der obere Rand des Knochens sich an das Keilbein anlegt, weicht er in zwei Blätter, Alae vomeris (*119*), auseinander, welche das Rostrum sphenoidale umfassen. Die Seitenränder der Flügel stoßen an die Proc. vaginales des Keilbeines und vor ihnen an die Proc. sphenoidales der Gaumenbeine.

Auf den Flächen der Vomerplatte verläuft jederseits eine nicht immer deutliche Furche von hinten nach vorne, welche den N. nasopalatinus aufnimmt.

Von den Flügeln der Pflugschar und den angrenzenden Knochen werden drei inkonstante Kanälchen gebildet, die Can. vomerobasilares, ein medianer (Can. vomeris) und zwei seitliche, ein oberer (der S. 54 erwähnte Can. basipharyngeus) und ein unterer (Can. pharyngeus). Sie enthalten feine Gefäß- und Nervenzweige.

Entwickelung. Das Pflugscharbein ist ein Deckknochen, dessen erste Spur um die achte Fetalwoche am unteren Rand der knorpeligen Nasenscheidewand erscheint. Die Ossifikation

[1]) Processus uncinatus.

breitet sich zu beiden Seiten derselben aus, so daß dann die knöcherne Pflugschar wie eine schmale Tasche erscheint, in welche der Scheidewandknorpel von oben her hineingelegt ist, wie die Klinge eines Klappmessers in die Schale. So bleibt das Verhalten lange Zeit und die beiden Platten verwachsen miteinander erst um die Zeit der Pubertät unter Verdrängung des Knorpels. Sehr oft findet man, daß sich noch in späterer Lebenszeit größere oder kleinere Knorpelreste im Innern des Knochens erhalten. Am oberen Rand bleibt als Erinnerung an den früheren Zustand stets, wie erwähnt, eine rinnenförmige Spalte erhalten, in welcher der knorpelige Teil der Nasenscheidewand eingefalzt ist.

Varietäten. Ein schmaler, zungenförmiger Fortsatz der knorpeligen Nasenscheidewand kann sich zwischen Vomer und perpendikulärer Siebbeinplatte einschieben. Er kann sich bis zum Keilbeinkörper erstrecken, so daß sich dann die beiden Teile der knöchernen Nasenscheidewand nirgends berühren.

Von hoher praktischer Wichtigkeit ist die Tatsache, daß die Nasenscheidewand in mehr als der Hälfte der Fälle nach der einen oder der anderen Seite hin verbogen ist, wodurch natürlich die eine Hälfte des Nasenraumes verengert, die andere erweitert wird. Die Knickungsstelle findet sich ausnahmslos an der Verbindung der Pflugschar mit dem Scheidewandknorpel und es geht die Knickungslinie von der Spina nasal. ant. zum Rostrum sphenoidale. Die Verbiegung ist nicht selten S-förmig. Es kommen vor: 1. Verbiegungen des Septum ohne Verdickung oder mit einer solchen; 2. Leistenbildungen auf der Scheidewand, Cristae; 3. Bildung dornförmiger Vorsprünge, Spinae. Die Verbiegungen haben ihre Konvexität öfter links wie rechts (Hartmann 1890, 1893). In den ersten Lebensjahren ist die Scheidewand gerade, doch treten die Verbiegungen bereits im Kindesalter auf. Bei Europäern findet man sie häufiger als bei außereuropäischen Rassen (Zuckerkandl).

## 10. Nasenbein, Os nasale.

Die Nasenbeine (*114*, *117*, *118*) decken die Nasenkapsel von vorne her. Sie bilden den knöchernen Nasenrücken und sind zwischen die Pars nasalis des Stirnbeines und die Processus frontales der beiden Oberkieferbeine eingefügt. Sie sind von ungefähr vierseitiger Gestalt, sattelförmig gewölbt und erscheinen insoferne keilförmig, als sich ihr oberer Teil verdickt, ihr unterer zugeschärft zeigt. Die medialen Ränder der beiden Nasenbeine stehen in einer leicht geschlängelten Naht miteinander in Verbindung. Sie verdicken sich auf der Innenseite zu einer Firste, welche sich ganz oben auf den Processus nasalis des Stirnbeines und weiter auf den vorderen Rand der Lamina perpendicularis des Siebbeines stützt. Werden durch einen Unfall die Nasenbeine eingedrückt, dann muß demnach auch die knöcherne Nasenscheidewand einen Bruch erleiden. Der laterale Rand verbindet sich mit dem Stirnfortsatz des Oberkieferbeines, der obere, rauh gezahnte Rand mit dem Stirnbeine. Der untere zugeschärfte Rand ist meist eingekerbt und beteiligt sich an der Umgrenzung der Apertura piriformis.

Die Gesichtsfläche ist glatt, die dem Naseninnern zugekehrte zeigt eine der Länge nach herablaufende Furche, Sulcus ethmoidalis (*118*), für den gleichnamigen Nerven. Kleine, unbeständige Löcher, Forr. nasalia (*117*), lassen Gefäß- oder Nervenästchen von der Nase aus nach außen zur deckenden Haut gelangen.

Entwickelung (*160*). Das Nasenbein ist ein Belegknochen, unter welchem der von ihm gedeckte Teil der knorpeligen Nasenkapsel allmählich, und zwar erst nach der Geburt, schwindet. Der einfache Knochenkern tritt um die Mitte des dritten Fetalmonats auf.

Varietäten in der Form der Nasenbeine sind sehr zahlreich, was schon aus der Betrachtung der Nase Lebender, besonders auch der Angehörigen verschiedener Rassen hervorgeht. Sie können sehr breit werden, sie können sich auch bis zum Verschwinden verschmälern. Oft sind die Nasenbeine ungleich, das eine auf Kosten des anderen vergrößert. Der obere Teil der medianen Naht kann verstreichen; Verwachsung derselben in ganzer Länge ist selten (Affen-

ähnlichkeit). An der inneren Oberfläche der Nasenbeine beobachtet man zuweilen kleine platte Knöchelchen, verknöcherte Reste des Knorpelskeletes. Am unteren Ende der Sutura internasalis vorkommende kleine Knöchelchen werden von mancher Seite als Tierähnlichkeit gedeutet.

## 11. Oberkieferbein, Maxilla[1]).

Die knöcherne Grundlage des Obergesichtes wird im wesentlichen vom Oberkieferbein gebildet. Es wird vervollständigt durch das Jochbein und Gaumenbein, von welchen das erstere einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Ausprägung der Physiognomie besitzt, während das letztere nur die inneren Teile des Gesichtsskeletes ergänzt und deshalb für die äußere Gestaltung des Gesichtes ohne Einfluß ist.

Die Oberkieferbeine beider Seiten stoßen mit ihren unteren Teilen, in welchen die Ossa incisiva enthalten sind (s. unten), in der Mittellinie zusammen, oben schieben sich die Teile der Nasenkapsel zwischen sie ein. Die unmittelbare Verbindung mit dem Hirnschädel wird nur durch den an das Stirnbein heranreichenden Stirnfortsatz hergestellt, im übrigen geschieht sie durch Vermittelung seiner beiden Ergänzungsknochen, des Jochbeines und Gaumenbeines.

Das Oberkieferbein besteht aus einem Körper und vier Fortsätzen: Processus frontalis, zygomaticus, alveolaris und palatinus.

Der Körper ist von halbzylindrischer Form, oben und unten abgestutzt, mit einer medialen planen und lateralen gerundeten Oberfläche. Die letztere wird durch den aus ihr sich erhebenden Jochfortsatz in zwei Teile getrennt, eine Gesichtsfläche und eine Infratemporalfläche (*120*). Die Gesichtsfläche des Oberkieferkörpers, Facies anterior, schließt oben ab mit dem unteren Augenhöhlenrand, dessen mediale Hälfte sie bildet. Der mediale Rand ist ausgeschnitten, Incisura nasalis, und bildet die Umgrenzung des größeren Teiles der Apertura piriformis der Nase, lateral geht die Gesichtsfläche in den Processus zygomaticus, unten in den Proc. alveolaris über. Auf der Fläche selbst mündet nahe unter dem Infraorbitalrand der Infraorbitalkanal in dem abwärts gerichteten Foramen infraorbitale (*120*). Unter diesem wieder folgt eine Grube, welche das eine Mal so tief eingesunken ist, daß sie die Fingerspitze aufzunehmen vermag, ein anderes Mal aber kaum angedeutet erscheint, Fossa canina[2]). In ihr entspringt der gleichnamige Muskel. Mit dem Eckzahn (Dens caninus) hat die Grube, wie es dem Namen nach erscheinen könnte, nichts zu tun, ihre Tiefe hängt vielmehr mit der größeren oder geringeren Aufblähung der Kieferhöhle zusammen. Die Facies infratemporalis ist gerundet und zu einem Wulst, Tuber maxillare, aufgetrieben. Ihr oberer Rand begrenzt zusammen mit dem großen Keilbeinflügel die Fissura orbitalis inferior. Die mediale Ecke dieses Randes ist abgeschrägt, Trigonum palatinum; auf ihm liegt der Orbitalfortsatz des Gaumenbeines (*123*). Ihr unterer Rand geht, wie der der Gesichtsfläche, in den Proc. alveolaris über. Vom Tuber maxillare aus führen zwei oder drei kleine Löcher, Foramina alveolaria, in Canales alveolares (*124*), welche Nerven und Gefäße zu den Zähnen bringen.

Die Facies orbitalis bildet den Boden der Augenhöhle (*123*). Das eine Mal etwas gewulstet, ist sie ein anderes Mal flach und lateral-vorwärts abfallend, je nachdem sie die Ausdehnung der Kieferhöhle mehr oder weniger vortreibt. Ihr medialer

[1]) Os maxillare superius.
[2]) Fossa maxillaris.

Rand besteht aus zwei von hinten und von vorne her leicht aufsteigenden Teilen, welche sich ungefähr in der Mitte der ganzen Länge des Randes in einem stumpfen Winkel, Angulus ethmolacrimalis (*120, 121*), treffen. Der hintere Teil steht mit der Papierplatte des Siebbeines, der vordere mit dem Tränenbein in Verbindung (*111*). Ganz vorne endet der Rand mit einem tiefen Ausschnitt, Incisura lacrimalis (*121*), in welche sich der Haken des Tränenbeines legt. Der hintere freie Rand der Orbitalfläche ist mit dem oberen der Infratemporalfläche identisch. Ungefähr von der Mitte dieses letzteren geht der Sulcus infraorbitalis (*123*) aus, welcher auf dem Boden der Augenhöhle vorwärts zieht. N. und A. infraorbitalis, welche in ihm liegen, haben einen schräg vorwärts und abwärts gerichteten Verlauf, weshalb auch der Sulcus sich senkt und bald zum Canalis infraorbitalis (*124*) schließt, welcher in dem erwähnten an der Gesichtsfläche sichtbaren For. infraorbitale mündet. Die den Kanal deckende Knochenplatte gehört dem Processus zygomaticus an (s. unten).

Auf der Facies nasalis fällt am meisten eine große, unregelmäßige Öffnung, Hiatus maxillaris (*121*), auf, der Zugang zur Kieferhöhle. Daß dieser Zugang am unversehrten Schädel durch den Processus uncinatus des Siebbeines, sowie durch den Processus maxillaris und ethmoidalis der unteren Muschel erheblich verkleinert wird, wurde schon erwähnt; auch das Gaumenbein trägt zu seinem Verschluß bei. Oberhalb des Hiatus bleibt nur ein schmaler Streifen mit Nischen, welche den Verschluß der Cellulae maxillares des Siebbeines bilden. Der vordere Rand des Hiatus erscheint in seinem obersten Teil in Form eines halbmondförmigen Plättchens gleichsam nach vorne umgeklappt, Lunula lacrimalis (*121*). Sie beteiligt sich an der Bildung der medialen Wand des Tränennasenganges. Der vor dem Hiatus liegende Teil der Nasenfläche ist glatt und eben und wird nur von Schleimhaut überzogen. Die hinter ihm gelegene Fläche ist dagegen rauh; auf sie legt sich der perpendikuläre Teil des Gaumenbeines. Oberkiefer- und Gaumenbeinfläche tragen je eine Rinne, Sulcus pterygopalatinus, welche sich zu dem gleichnamigen Kanal zusammenschließen. Die Rinne am Oberkiefer ist flacher wie die am Gaumenbein.

Die untere Fläche des Oberkieferkörpers wird in ihrer ganzen Ausdehnung vom Processus alveolaris gedeckt.

Der Stirnfortsatz, Processus frontalis [1]), erhebt sich vorne von der oberen medialen Ecke des Körpers. An seinem Ursprung ist er breit und dünn, nach oben hin verschmälert er sich, wird aber dicker. Sein zackiger oberer Rand verbindet sich mit dem Nasenteil des Stirnbeines, der vordere Rand mit dem Nasenbein. Sein hinterer Rand weicht in zwei scharfe Kanten auseinander, die Crista lacrimalis ant. vorn und lateral, den Margo lacrimalis hinten und medial. Die zwischen beiden Kanten bleibende Rinne ist der Sulcus lacrimalis (*120*). Er erstreckt sich abwärts an der Grenze zwischen dem Stirnfortsatz und der Nasenfläche des Körpers. Wie schon oben (S. 70) erwähnt wurde, bilden die beiden Sulci lacrimales des Tränen- und Oberkieferbeines zusammen die Fossa sacci lacrimalis. Der Tränennasengang, Canalis nasolacrimalis, welcher sich an diese Grube anschließt, hat eine Wand, deren lateraler Teil von der Fortsetzung des Sulcus lacrimalis gebildet wird, während der mediale sich zusammensetzt aus dem untersten nach hinten lappenförmig vorspringenden Teil der Crista lacrimalis anterior, der Lunula lacrimalis, dem Ende des vorderen Teiles des Tränenbeines und dem Proc. ethmoidalis der unteren Muschel (*113*).

[1]) Processus nasalis.

Das vordere Ende dieser letzteren legt sich an eine Rauhigkeit, Crista conchalis[1]) an, welche unter fast rechtem Winkel aus dem Ende des Margo lacrimalis des Stirnfortsatzes nach vorwärts umbiegt. Genau genommen, gehört diese Firste nicht mehr dem Stirnfortsatz, sondern schon dem Körper des Oberkiefers an. Über die innere Fläche des Stirnfortsatzes läuft etwa in der Mitte seiner Höhe eine der Muschelfirste gleichgerichtete, jedoch weniger stark ausgeprägte Rauhigkeit, Crista ethmoidalis[2]) (*121*), an welche sich die dem Siebbein angehörige mittlere Muschel anlegt. Über die Außenfläche des Stirnfortsatzes läuft von oben nach unten eine schmale Venenrinne, welche einer Naht gleichen kann[3]).

Nach dem Gesagten ist der Stirnfortsatz des Oberkiefers von vielseitiger Bedeutung. Er vermittelt den Zusammenhang des Knochens mit dem Hirnschädel, bildet den seitlichen Teil des knöchernen Skeletes der äußeren Nase, stützt Siebbein und untere Muschel und beteiligt sich an der Umrandung der Augenhöhle, sowie an der Herstellung des Skeletes der Tränenwege.

Der Jochfortsatz, Processus zygomaticus[4]), springt als dreiseitiges Prisma aus der gerundeten Seitenfläche des Körpers vor (*120*). Seine untere Kante trennt, wie erwähnt, des letzteren Gesichtsfläche von der Infratemporalfläche. Auf seine sehr rauhe, schräg aufwärts gewandte Endfläche stützt sich das Jochbein. Seine obere Fläche bildet den lateralen Teil des Bodens der Augenhöhle, sie sendet die erwähnte Platte, Lamina orbitalis (*123*), ab, welche den Infraorbitalkanal deckt. Sie ist durch eine Naht, Sutura infraorbitalis, mit dem Körper der angrenzenden Fläche des Oberkieferkörpers verbunden, welche sich über den Augenhöhlenrand weg bis zum For. infraorbitale hin erstreckt. In späteren Lebensjahren verstreicht die Naht. Das vorderste Ende der Lamina orbitalis, da wo sie an der Gesichtsfläche die mediale Umgrenzung des For. infraorbitale bildet, verhält sich oft sehr eigentümlich, indem sie einen platten, spitzen Zahn absendet, welcher sich in eine Tasche des Oberkieferkörpers hineinlegt.

Der Zahnfortsatz, Processus alveolaris[5]), deckt die untere Seite des Körpers und geht aus dessen äußerer und innerer Fläche direkt hervor. Seine Breite und Höhe richtet sich ganz nach den Zahnwurzeln, welche er beherbergt. Diese verursachen auf der äußeren Fläche Erhabenheiten, Juga alveolaria (*120*), welche man auch am Lebenden leicht betasten kann; an der Gaumenseite des Fortsatzes sind solche Erhabenheiten nicht zu finden.

Am freien Rand des Fortsatzes, Limbus alveolaris[6]), sieht man auf die Zahnkronen oder, wenn die Zähne entfernt sind, auf die Mündungen der Alveolen, in deren jede eine Zahnwurzel genau eingepaßt ist (*122*).

Der Zahnfortsatz setzt sich aus zwei Teilen von entwickelungsgeschichtlich verschiedener Herkunft zusammen, aus einem echten Fortsatz des Oberkieferkörpers und aus einem besonderen Knochen, dem Zwischenkiefer, Os incisivum[7]) (*122*), welches beim Menschen jedoch schon sehr frühzeitig mit dem vom Oberkiefer selbst gelieferten Fortsatz verschmilzt, bei der Mehrzahl der Säugetiere aber lebenslänglich

[1]) Crista turbinalis inf.
[2]) Crista turbinalis super.
[3]) Sutura imperfecta.
[4]) Proc. zygomatico-orbitalis; Proc. jugalis.
[5]) Processus dentalis.
[6]) Margo alveolaris, M. dentalis.
[7]) Os praemaxillare; Os intermaxillare.

selbständig bleibt. Es bildet denjenigen Teil des Alveolarbogens, welcher den Oberkieferkörper medianwärts überragt und in der Mittellinie mit dem der anderen Seite zusammentrifft. Er trägt die Schneidezähne und umrandet den unteren Teil der Apertura piriformis der Nase. In der Mittellinie zeigt diese Umrandung eine von den Knochen beider Seiten gelieferte spitze Hervorragung, Spina nasalis anterior (*120*), von welcher aus sich eine Firste, die von den Knochen beider Seiten hergestellte Crista incisiva (*121*) in die Nasenhöhle hinein erstreckt. Auf ihr ruht das vordere Ende der knorpeligen Nasenscheidewand. Das hintere Ende des Os incisivum wird durch den Canalis incisivus bezeichnet, von welchem sogleich zu sprechen sein wird.

Der Gaumenfortsatz, Processus palatinus, ist eine horizontale Platte, welche sich von der Grenze zwischen der Nasenfläche des Körpers und dem Alveolarfortsatz nach der Mittellinie hin erstreckt, um sich dort in einer Naht, Sutura palatina mediana (*122*), mit dem gleichnamigen Fortsatz der Gegenseite zu vereinigen. Von ihr aus springt in die Nasenhöhle eine Firste, Crista nasalis, vor, an welche sich der untere Rand der Pflugschar anlegt. Der hintere Rand des Gaumenfortsatzes steht durch eine Naht, Sutura palatina transversa, mit der Pars horizontalis des Gaumenbeines in Verbindung. Der vordere Rand ist mit dem Os incisivum verbunden, welches sich aber von dem Gaumenfortsatz ohne Schwierigkeit unterscheiden läßt. Denn erstens ist das Os incisivum höher als der Gaumenfortsatz, was man besonders deutlich bei Betrachtung der Nahtfläche an einem isolierten Knochen erkennt, und zweitens sind beide voneinander durch den Canalis incisivus[1]) (*121*) getrennt, einem Gang, welcher in der Nase zu beiden Seiten der Mittellinie mit je einer Öffnung beginnt, am Gaumen aber dicht hinter den Schneidezähnen mit einem median stehenden Loch, Foramen incisivum (*122*), mündet. Der Kanal hat also die Form eines Y. Er ist nichts anderes als die Stelle, an welcher die Vereinigung der aneinander stoßenden Ecken der beiden Gaumenfortsätze und der beiden Ossa incisiva ausgeblieben ist. Der Kanal leitet Nerven und Gefäße aus der Nase zum Gaumen. Vom Foramen incisivum geht bei Kindern meistens, bei Erwachsenen seltener, eine feine Spalte, Sutura incisiva (*122*), aus, welche sich im Bogen oder in einer gebrochenen Linie gegen die Grenze zwischen lateralem Schneidezahn und Eckzahn hinzieht. Sie ist die letzte Spur der Naht zwischen Processus alveolaris und Os incisivum.

Die Kieferhöhle, Sinus maxillaris[2]) (*124*), ist ein Raum von unregelmäßiger Gestalt. Beim Erwachsenen hat sie soviel Platz erobert, daß sie die vom Oberkieferkörper gelieferten Wände zu dünnen, meist durchscheinenden Platten verdünnt und daß sie selbst in die von dem Körper ausgehenden Fortsätze mehr oder weniger weit vordringt. Daß die Höhle sich gewissermaßen aufblähen und ihre äußere, obere und hintere Wand vorwölben kann, wurde schon erwähnt. Am dünnsten ist die Wand an der Nasenseite, auch die obere, den Augenhöhlenboden bildende Wand, sowie die hintere, mit dem Tuber maxillare identische, ist dünn; etwas dicker pflegt die der Fossa canina zugekehrte Wand zu sein. Von besonderer Bedeutung ist es, daß der Boden der Kieferhöhle von den Wurzeln der Mahlzähne nur durch eine äußerst dünne Knochenlamelle getrennt wird, welche sogar von den Zahnwurzeln hügelig emporgehoben, gelegentlich selbst ganz resorbiert sein kann (*124*), so daß dann die Weichteile der Kieferhöhle und die der Zahnalveole in direktem Zusammenhang stehen. Die Wände der Kieferhöhle sind glatt, die Ecken sind gerundet. In ihren Raum springt von

[1]) Canalis nasopalatinus.

[2]) Antrum Highmori. A. maxillare.

oben her regelmäßig ein Wulst vor, welcher den Infraorbitalkanal enthält. Von unten her erheben sich in den Raum eine oder mehrere Leisten, welche zuweilen weit in die Höhe reichen können. Die erwähnten, vom Infraorbitalkanal ausgehenden Kanälchen, Canales alveolares, verlaufen in der äußeren Wand der Höhle; sie können sich ganz oder teilweise zu offenen Rinnen umwandeln. Sie führen den Zähnen Nerven und Gefäße zu.

Entwickelung (*160*). Der Oberkiefer entsteht als Deckknochen auf der lateralen Seite der Nasenkapsel von vier, vielleicht fünf Kernen aus, welche im zweiten und dritten Fetalmonat auftreten. Das Os incisivum, welches beim Menschen von einem einzigen Knochenkern ausgeht (Th. Kölliker), verschmilzt schon sehr frühzeitig mit dem Oberkiefer. Gegen Ende des vierten Fetalmonats ist alles vereinigt. Nach dem siebenten Fetalmonat schwindet die laterale Wand der knorpeligen Nasenkapsel, so daß sich dann der Oberkiefer an der Begrenzung der Nasenhöhle direkt beteiligen kann. „Die Form des fetalen Oberkieferbeines ist eine andere als später, es ist sehr nieder, um so niederer, je jünger der Fetus, und es zeigt sich noch beim Neugeborenen der untere Teil, auch abgesehen von dem fast ganz mangelnden Alveolarfortsatz, sehr wenig entwickelt. Die Kieferhöhle existiert schon zur Zeit der Geburt, wenn auch als seichte Grube, ja sie ist schon zu einer Zeit als Ausbuchtung der Nasenhöhle zu erkennen, zu welcher die knorpelige Anlage des Oberkiefers noch nicht von den Belegknochen verdrängt worden ist. Der Canalis infraorbitalis ist zur Zeit der Geburt noch spaltförmig offen. Die Sutura incisiva ist zu dieser Zeit noch deutlich, sowohl an Nasen- wie an Gaumenfläche. Die Anlage der Zahnfächer schreitet, wie die Bildung der Zahnsäckchen, mit welcher sie parallel geht, von vorn nach hinten fort, sie ist demnach beim letzten Mahlzahn erst um das achtzehnte Lebensjahr beendet. Da sich noch nach dem erfolgten Durchbruch des Weisheitszahnes an die hintere Wand der Alveole desselben Knochensubstanz ansetzt, so vollendet sich die Ausbildung des Proc. alveolaris und mit diesem auch des Tuber maxillare nicht vor dem 24. bis 26. Lebensjahr (Toldt). Fällt ein Zahn aus, dann füllt sich die Alveole mit Knochensubstanz und atrophiert; fallen mehrere Zähne oder die ganze Reihe aus, wie es in hohem Alter oft geschieht, dann verschwindet schließlich der ganze Alveolarfortsatz.“ (M.-H.)

Varietäten. Der Infraorbitalkanal kann im Bogen an der Grenze von Oberkiefer und Jochbein verlaufen; er kann mit mehreren Mündungen versehen sein. Die Form der Mündung schwankt, ebenso ihre Lage; sie kann über einen Centimeter vom Augenhöhlenrand entfernt sein. Sutura infraorbitalis transversa (Halbertsma) nennt man eine Naht, welche bei jungen Schädeln öfters von der Incisura lacrimalis parallel dem Infraorbitalrand und nahe hinter ihm zur Sutura infraorbitalis hinzieht. Torus palatinus heißt ein zuweilen vorhandener wetzsteinförmig zugespitzter Wulst, welcher von vorn nach hinten über die Mitte des harten Gaumens verläuft. — Der Canalis incisivus ist von wechselnder Weite, er kann mehrfache Mündungen haben, er kann auch von Nebenkanälchen flankiert sein. — Die Naht zwischen Oberkiefer und Zwischenkiefer kann sich auch beim Erwachsenen mehr oder weniger deutlich erhalten. Die Vereinigung zwischen beiden kann ganz ausbleiben (Hasenscharte); es kann auch die Vereinigung der Gaumenfortsätze beider Oberkiefer ausbleiben (Gaumenspalte, Wolfsrachen).

Die Kieferhöhle ist von sehr wechselnden Dimensionen, selbst an den Kiefern der beiden Seiten eines Individuums. Das eine Mal ist sie eng und zum Teil von spongiösem Knochen umgeben, das andere Mal so weit, daß sie in alle Fortsätze des Oberkiefers Ausbuchtungen sendet, selbst bis ins Jochbein vordringt (Zuckerkandl). Gruber hat in 1,5 % der Fälle den Sinus in zwei gesonderte Höhlen getrennt gefunden. Außerdem kommen Fälle vor, welche eine Zweiteilung dadurch vortäuschen, daß sich eine Cellula maxillaris als große Knochenblase in die Kieferhöhle hinein entwickelt hat (Zuckerkandl).

Praktische Bemerkungen. Die Verhältnisse des Oberkiefers geben vielfach Gelegenheit zu pathologischen Beobachtungen und zu therapeutischen Eingriffen, auch wenn man von den im Augenblick nicht zu behandelnden Zähnen absieht. Besonders ist es die Kieferhöhle, welche die Aufmerksamkeit auf sich lenkt. Für eine Beantwortung der Frage am Lebenden, ob die Höhle eng oder weit ist, steht nur die Untersuchung der Fossa canina zur Verfügung, welche man leicht abzutasten vermag. Ist sie tief eingesunken, dann darf man auf eine Höhle von geringer Ausdehnung rechnen. Von praktischer Bedeutung kann ihr Verhältnis zu den Zahnwurzeln werden. Ist die Höhle von geringen Dimensionen, dann kommt ihr Boden nur den Wurzeln der Molarzähne sehr nahe, ist sie geräumig, dann nähert er sich auch denen der Prämolarzähne, selbst

bis zur Eckzahnwurzel kann er reichen (Zuckerkandl). Will man die Kieferhöhle von einer Alveole aus eröffnen, dann wird man am sichersten gehen, wenn man eine solche des zweiten Molarzahnes wählt, da zwischen ihr und dem Höhlenboden in jedem Fall nur eine dünne Knochenlamelle vorhanden ist. Bei Zahnextraktionen passiert es zuweilen, daß die Kieferhöhle unbeabsichtigt eröffnet wird. Die Alveole eines schon vor längerer Zeit verloren gegangenen Zahnes eignet sich nicht für die Eröffnung, da sie sich mit Knochensubstanz füllt, ehe sie vollständiger Resorption anheimfällt. — Teilung der Kieferhöhle oder Vordringen einer großen Siebbeinzelle in dieselbe können bei Operationen zu unerwarteten Vorkommnissen Veranlassung geben, indem man bei Eröffnung des gesunden Teiles der Höhle das pathologische Verhalten nicht vorfindet, auf welches man gerechnet hatte. Zur Eröffnung der Kieferhöhle eignet sich ihrer Dünne wegen die Nasenhöhlenwand am besten, auch von der Fossa canina aus kann sie natürlich vorgenommen werden. — Die sehr dünnen Wände einer weiten Kieferhöhle leisten andringenden Tumoren nur wenig Widerstand, so können solche von ihr aus in die Augenhöhle und umgekehrt durchbrechen. Der Schutz, welchen die in den Wänden der Kieferhöhle verlaufenden Nerven durch den bedeckenden Knochen erhalten, ist ein sehr schwacher und leicht zu überwindender.

Das häufige Vorkommen einer Hasenscharte gab Veranlassung zu einem genaueren Studium der Entwickelung dieser Spaltbildung. Albrecht gelangte zu der Annahme, daß der Zwischenkiefer sich aus zwei Anlagen entwickelt, deren jede einen Schneidezahn trägt. Die Spaltbildung soll zwischen medialem und lateralem Zwischenkiefer oder zwischen lateralem Zwischenkiefer und dem eigentlichen Oberkiefer durchgehen können. Es soll nicht geleugnet werden, daß in Ausnahmefällen ein Auftreten von zwei Ossifikationspunkten im Zwischenkiefer denkbar ist, ebenso wie auch an anderen Stellen Anomalien der Verknöcherung vorkommen. Aus dem Verhalten der Zähne weitgehende Schlüsse zu ziehen, ist aber ganz unzulässig, da die Spaltbildung, das heißt das Ausbleiben der normalen Vereinigung zu einer Zeit ihren Anfang nimmt, in welcher die Zahnsäckchen noch gar nicht vorhanden sind. Auch v. Schumacher (1906) kommt zu der Annahme, daß die Entwickelung der Zahnkeime und die der Knochen voneinander unabhängig sind. Da durch die Spaltbildung das Gleichgewicht der nachfolgenden Entwickelung empfindlich gestört ist, kann man auch die Anlage und Fortbildung der angrenzenden Zähne nicht ohne weiteres als der Norm entsprechend ansehen. In der Tat beobachtet man auch das eine Mal ein Fehlen von Zähnen, welche vorhanden sein sollten, ein anderes Mal eine Überzahl solcher; selbst das Vorhandensein der normalen Zahl gibt keineswegs die Garantie, daß man in ihnen auch die normalen Anlagen vor sich hat, da sehr wohl eine der letzteren ausgefallen und dafür eine anormale eingetreten sein kann (vgl. Broca 1887). Die Zähne eines älteren Fetus oder gar eines geborenen Menschen sind deshalb nur mit größter Vorsicht für eine Deutung der Stelle, an welcher die ursprüngliche Spaltbildung stattgefunden hat, verwertbar. Wie sehr die Spaltbildung die in ihrer Umgebung befindlichen Teile beeinflussen kann, dies erkennt man aus der oft sehr starken Verbiegung der Nasenscheidewand bei einseitiger Gaumenspalte oder aus dem ungehinderten Vorwachsen derselben mit dem an ihr hängenden Zwischenkiefer bei doppelseitiger, wodurch eine eingreifende Operation nötig wird, um die Schneidezähne mit dem übrigen Zahnbogen in Harmonie zu bringen.

## 12. Jochbein, Os zygomaticum[1]).

Das Jochbein schiebt sich zwischen Oberkiefer und Schläfenbein ein und bildet den Schlußstein des Jochbogens, Arcus zygomaticus, dessen Anfang und Ende von den Jochfortsätzen der genannten Knochen gebildet wird. Bei einer Reihe von Säugetieren bleibt es bei einem einfachen Bogen, so daß über ihm Augenhöhle und Schläfengrube zusammenfließen, bei anderen wird ein Fortsatz dem Stirnbein entgegengeschickt, wieder bei anderen vereinigt sich Fortsatz und Stirnbein, so daß eine knöcherne Umrandung des lateralen Umfanges der Augenhöhle entsteht. Zuletzt bei den Primaten sendet dieser Rand noch eine Platte medianwärts ab, welche sich mit dem großen Keilbeinflügel verbindet. Sie trennt dann erst definitiv Augenhöhle und Schläfengrube voneinander. In erster Linie steht die Ausbildung des Jochbogens

[1]) Wangenbein. Os jugale, Os malare.

in Verbindung mit derjenigen der Kaumuskeln, speziell des M. masseter, wie man durch Vergleichung verschiedener Tierspecies sehr leicht nachweisen kann, dann aber beeinflußt er auch, und zwar gerade sein Jochbeinteil, die Physiognomie beträchtlich und jedermann weiß, daß einerseits vorspringende und breite, andererseits mehr zurücktretende und schmale „Backenknochen" dem Gesicht nicht nur des Einzelindividuums, sondern auch dem ganzer Rassen ein überaus charakteristisches Gepräge geben.

Bei der Betrachtung des menschlichen Jochbeines geht man am besten von der gekrümmten Kante aus, welche den lateralen Augenhöhlenrand bildet. Von ihr gelangt man einerseits zur Wangenplatte, Lamina malaris, welche den Hauptteil des Knochens darstellt, andererseits zur Orbitalplatte, Lamina orbitalis (*125*), welche eher einem Fortsatz der ersteren gleicht. Mit seiner Unterfläche ruht das Jochbein auf der rauhen Nahtfläche des Jochfortsatzes vom Oberkiefer, nach hinten spitzt es sich zum Processus temporalis zu, welcher mittelst einer schräg nach hinten abfallenden, zackigen Nahtfläche mit dem Jochfortsatz des Schläfenbeines zusammenhängt, nach oben läuft der Knochen ebenfalls in einen Fortsatz, Processus frontalis[1]) aus, welcher den Processus zygomaticus des Stirnbeines erreicht (*139, 140*); die sie verbindende Naht kann man auch am Lebenden leicht fühlen, wenn man vom oberen Augenhöhlenrand her den Knochen abtastet. In der Fortsetzung der Nahtfläche, welche die Verbindung mit dem Stirnbein herstellt, folgt längs der Orbitalplatte ein Nahtrand, Margo sphenoidalis, zur Verbindung mit dem großen Keilbeinflügel (*125*). Am unteren Ende dieses Randes stößt man öfters, aber nicht immer auf eine kurze, glatte Stelle, welche das äußerste Ende der Fissura orbitalis inferior umschließt. Der hintere nach der Schläfe hin sehende und der untere an der Wange befindliche Rand der Wangenplatte ist frei. Der hintere Rand ist S-förmig gebogen, oben konvex, unten, wo er in den oberen Rand des Jochfortsatzes vom Schläfenbein umbiegt, konkav, Der untere Rand ist die Fortsetzung der unteren Kante des Jochfortsatzes des Oberkiefers. Er ist von Muskelansätzen uneben und erhebt sich gerade in der Naht oder in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft zu einer abwärts gerichteten, stärker vortretenden Rauhigkeit, Tuberositas malaris, zum Ansatz von Sehnenfasern des M. masseter.

Was die Flächen anlangt, so ist die Malarfläche von ungefähr vierseitiger Form und leicht gewölbt. Die Orbitalfläche ist keilförmig nach unten zugespitzt und entsprechend der Form der Augenhöhlenwand konkav. Die hinteren der Temporalgrube zugekehrten Flächen der beiden Platten sind glatt und gehen gerundet ineinander über.

Das Jochbein trägt an seiner Augenhöhlenplatte eine Furche oder ein Kanälchen für den N. zygomaticus, in welches derselbe unten, nahe der Fiss. orbitalis inferior, durch das Foramen zygomatico-orbitale[2]) eintritt. Der Nerv und somit auch das Kanälchen teilt sich in zwei Teile; der obere mündet in der Schläfengrube im Foramen zygomatico-temporale[3]) (*126*), der untere auf der äußeren Fläche der Wangenplatte im Foramen zygomatico-faciale[4]) (*125*).

---

[1]) Processus frontosphenoidalis.

[2]) Foramen zygomat. super.

[3]) Foramen zygomat. poster.

[4]) Foramen zygomat. anter.

Entwickelung. Deckknochen. Entsteht aus einem Knochenkern, welcher gegen Ende des zweiten Fetalmonats erscheint. Die Ausbildung spielt sich in der Art ab, daß sich, der späteren mechanischen Inanspruchnahme entsprechend, sekundäre Auflagerungen bilden, während die primäre Platte schließlich im ersten Kindesalter ganz verschwindet. Zwischen den Auflagerungen bleiben erst Spalten, welche sich in der Folge schließen (Toldt jun. 1902). Bei jüngeren Feten erstreckt sich das Jochbein sehr weit am unteren Augenhöhlenrand gegen die Nase hin, um allmählich mehr und mehr zurückzuweichen.

Varietäten. Auch im späteren Leben erstreckt sich das Jochbein weiter nasalwärts wie gewöhnlich. — Die Sutura zygomatico-sphenoidalis wird zuweilen durch eine Spalte ersetzt (Tierähnlichkeit). — Häufig erhebt sich die höchste Höhe des hinteren S-förmig gebogenen Randes der Wangenplatte in Form eines stumpferen oder spitzeren Vorsprunges, Processus marginalis; er läßt ein Bündelchen der Temporalaponeurose entspringen. — Die Varietäten der Kanäle für die Nn. zygomatico-facialis und zygomatico-temporalis sind sehr zahlreich; zuweilen vermißt man sie vollständig, in anderen Fällen können sie sich vervielfältigen. Die Lage ihrer Ausgangsöffnungen ist schwankend. — Die Kieferhöhle kann sich, wie oben erwähnt, bis ins Jochbein hinein erstrecken. — Es gibt Jochbeine, welche durch eine Naht in zwei, selbst in drei Teile geteilt sind. Diese Varietät wird nicht durch das Auftreten mehrerer Ossifikationspunkte erklärt, sondern durch Erhaltenbleiben einer Spalte zwischen den erwähnten sekundären Auflagerungen. Bei Japanern soll ein Os zygom. bipartitum in 7 % der Fälle vorkommen (Hilgendorf 1873). Sehr selten ist eine unvollständige Ausbildung des Jochbogens.

Praktische Bemerkung. Bei der Oberkieferresektion kümmert sich der Operateur nicht um das Jochbein; er rechnet es zum Oberkiefer, weshalb auch stets ein Teil von ihm mit fortgenommen wird.

## 13. Gaumenbein, Os palatinum.

Das Gaumenbein ist ein ganz unselbständiges Anhängsel des Oberkiefers, dessen Bedeutung hauptsächlich darin liegt, daß seine Einschiebung die Wachstumsvorgänge in den hinteren Teilen des Gesichtsskeletes erleichtert, indem sich an seinen zahlreichen Nahträndern und -Flächen die Knochenbildung ungehindert abspielt. Es beteiligt sich an der Bildung des Gaumens, ergänzt die seitliche Nasenwand, vermittelt die Verbindung des Oberkiefers mit dem Flügelfortsatz und Körper des Keilbeines und vervollständigt den Boden der Augenhöhle.

Es besteht aus zwei im rechten Winkel miteinander vereinigten Platten, Pars horizontalis und perpendicularis und drei Fortsätzen, Processus orbitalis, sphenoidalis und pyramidalis.

Die Pars horizontalis[1]) (*122*) ist die Fortsetzung des Gaumenfortsatzes des Oberkiefers nach hinten. Ihr vorderer Rand steht mit diesem durch die erwähnte Sutura palatina transversa in Verbindung, ihr hinterer Rand ist frei und bildet das Ende des harten Gaumens, an welches sich der weiche befestigt. Die hinteren Ränder der Knochen beider Seiten sind ausgeschweift und treffen in der Mitte in einer platten, abgerundeten Spitze, Spina nasalis posterior, zusammen. In ihr endigt die Crista nasalis, welche sich ohne Änderung aus der Crista nasalis der Gaumenfortsätze des Oberkiefers über die Mittellinie der Gaumenbeine und der sie verbindenden Sutura palat. mediana nach hinten erstreckt und ebenso, wie jene der Pflugschar, zur Anheftung dient. Auch im übrigen unterscheidet sich die Nasenfläche, Facies nasalis, in keiner Weise von der angrenzenden des Oberkiefers. Die Gaumenfläche, Facies palatina, ist meist glatter wie die des Oberkiefers.

Die Pars perpendicularis[2]) legt sich mit ihrem hinteren Rand an den Processus pterygoideus des Keilbeines, mit ihrer rauhen, lateralen Fläche an die beschriebene

[1]) Pars palatina.

[2]) Pars nasalis, Pars adscendens.

rauhe Fläche der Facies nasalis des Oberkieferkörpers (*129*). Sie überragt dieselbe mehr oder weniger weit nach vorne und trägt dadurch zum Verschluß des Hiatus maxillaris bei. Wie die entsprechende Fläche des Oberkiefers trägt auch die des Gaumenbeines den S. 73 erwähnten, nach unten immer tiefer werdenden, Sulcus pterygopalatinus, welcher sich mit dem des Oberkiefers zu dem gleichnamigen Kanal ergänzt. Derselbe beginnt oben an der Incisura sphenopalatina und endigt an der hinteren lateralen Ecke des harten Gaumens mit einer weiten Öffnung, Foramen palatinum majus[1]) (*122*). Der Kanal führt Nerven und Gefäße zum Gaumen. Von den ersteren zweigen sich Äste ab, meist zwei an Zahl, welche durch schräg abwärts führende Kanälchen, Canales palatini, zu kleinen Öffnungen, Foramina palatina minora, gelangen, welche hinter dem Foramen palatin. majus schon auf der Basis des Processus pyramidalis münden.

Die dem Naseninneren zugekehrte mediale Fläche der perpendikulären Platte (*129*) zeigt zwei sagittalstehende Firsten, eine Crista conchalis[2]) weiter unten und eine Crista ethmoidalis[3]) höher oben, welche mit den gleichnamigen Firsten des Oberkiefers insoferne korrespondieren, als sie die hinteren Enden der unteren und mittleren Muschel tragen, wie jene die vorderen.

Unmittelbar oberhalb der Crista ethmoidalis weicht die perpendikuläre Platte in zwei Fortsätze auseinander, welche durch einen tiefen, fast zum Kreis geschlossenen Ausschnitt, Incisura sphenopalatina, voneinander getrennt werden (*127, 129*). Der vordere der beiden stellt eine kleine hohle Pyramide dar, er ist der Processus orbitalis. Lateralwärts geneigt, legt er sich auf das Trigonum palatinum des Oberkieferkörpers, während die Nische, welche er enthält, die untere, hintere Zelle des Siebbeines zu schließen hat. Er ergänzt die hinterste Ecke der unteren Wand der Augenhöhle und bildet die vordere Begrenzung des Anfanges der Fissura orbitalis inferior (*123*). Der hintere Fortsatz, Processus sphenoidalis, ist nur ein vierseitiges Plättchen. Medianwärts umgebogen und rückwärts geneigt, legt er sich an die untere Seite des Keilbeinkörpers an. Er beteiligt sich an dem Verschluß des Canalis pharyngeus (s. S. 70).

Durch den Keilbeinkörper wird die Incisura sphenopalatina zum Foramen sphenopalatinum geschlossen, welches aus der Fossa pterygopalatina Nerven und Gefäße zur Nasenhöhle führt (*114*).

Der Processus pyramidalis geht von der Verbindungsstelle der perpendikulären und horizontalen Platte nach hinten ab und ist in die Incisura palatina des Processus pterygoideus des Keilbeines eingepaßt. Zu beiden Seiten nimmt er die vorderen Ränder der Lamellen des Flügelfortsatzes in tiefe, rauhe Rinnen auf und in der Mitte besitzt er eine glatte, nach oben zwickelförmig zugespitzte Fläche, welche das untere Ende der Fossa pterygoidea vervollständigt. Mit seiner vorderen lateralen Fläche legt er sich an den Oberkiefer an (*128*).

Entwickelung. Im zweiten bis dritten Fetalmonat tritt ein, nach anderen Autoren treten mehrere Knochenkerne auf. Um die 22. Fetalwoche ist das Gaumenbein fertig gebildet. „Zusammenhängend mit der geringen Höhe des Obergesichtes im ganzen ist auch die perpendikuläre Platte in der Fetalperiode und beim Neugeborenen sehr nieder; dabei ist sie stärker rückwärts geneigt. Der Proc. pyramidalis ist relativ groß; der Orbitalfortsatz ist ein solides dünnes Plättchen. Erst mit der vollständigen Ausbildung der Verhältnisse des Gesichtsschädels gegen die Zeit der Pubertätsentwickelung hin nimmt auch das Gaumenbein seine definitive Form an.

[1]) Foramen sphenopalatinum, Foramen pterygopalatinum.
[2]) Crista turbinalis inferior.
[3]) Crista turbinalis superior.

Von Varietäten ist zu berichten, daß die erwähnten, das Gaumenbein durchsetzenden Kanäle nach Zahl und Verlauf mancherlei Verschiedenheiten aufweisen. Die perpendikuläre Platte sendet nicht selten einen sehr dünnen Fortsatz, Proc. nasalis, nach vorn, der einen Teil des Hiatus maxillaris schließt" (M.-H.). Der Proc. orbitalis ist sehr variabel; er kann sehr reduziert sein, er kann sich auch stark ausdehnen; er kann von einem Fortsatz des Oberkieferbeines oder von einem solchen des Siebbeines ersetzt sein. Auch der Processus pyramidalis kann von diesen beiden Knochen ausgehen. — Hyrtl hat einmal eine Naht zwischen horizontaler und vertikaler Platte des Gaumenbeines beobachtet.

## 14. Unterkiefer, Mandibula[1]).

Der Unterkiefer nimmt den übrigen Schädelknochen gegenüber eine gewisse Sonderstellung ein. Erstens ist er weit größer und massiger als alle anderen, zweitens ist er der einzige Knochen, welcher mit dem Hirnschädel durch Gelenk verbunden ist und drittens ist seine Entwickelung als ein Teil des Visceralskeletes aus dem ersten Schlundbogen eine eigenartige.

Da der Unterkiefer mit dem Kaugeschäft betraut ist, findet man die Einzelheiten seines Baues, die Verhältnisse des Kiefergelenkes und das durch die Muskelansätze hervorgerufene Relief bei den verschiedenen Säugern in mannigfaltigster Weise variiert, je nachdem sie ihre Nahrung als Raubtiere, als Nager usw. zerkleinern. Der omnivore Mensch zeigt eine ziemlich gleichartige, mittlere Ausbildung der einzelnen Teile.

Der Unterkiefer besteht aus dem Körper und den beiden Ästen; beim Neugeborenen noch paarig, verwächst er bald zu einem unpaarigen Stück.

Der Körper, Corpus mandibulae (*130*), ist auf die Fläche hufeisenförmig gebogen; auf ihn ist der Alveolarteil, Pars alveolaris, aufgesetzt, welcher sich aus dem Körper ohne irgend eine Grenze erhebt, aber einen etwas kleineren Bogen macht, wie dieser. Es sieht dadurch aus, als wäre sein hinterer Teil medianwärts verschoben, so daß er außen ein wenig zurückspringt, an der Innenseite dagegen etwas vortritt (*130, 131*). Die schon vom Alveolarfortsatz des Oberkiefers bekannten Bezeichnungen kehren hier wieder: für den freien Rand, Limbus alveolaris, für die Wülste an der Außenseite über den Zahnwurzeln, Juga alveolaria usw. Nach dem Verlust der Zähne verschwindet auch der Alveolarteil des Unterkiefers vollständig.

Der untere Rand des Unterkieferkörpers ist abgerundet und leicht verdickt. Der zu beiden Seiten von den Eckzähnen begrenzte Mittelteil trägt auf seiner Außenseite einen medianstehenden Längswulst, welcher oben zwischen den mittleren Schneidezähnen schmal und nieder beginnt, nach unten hin aber sich erhöht und verbreitert, die Protuberantia mentalis[2]) (*130*). Am unteren Kieferrand endigt sie beiderseits mit einem mehr oder weniger deutlich vorspringenden Höcker, Tuberculum mentale (*130, 132*). Je nach ihrer Ausbildung beeinflussen diese Gebilde die individuelle Erscheinung des Kinnes maßgebend, das eine Mal tritt es stärker vor und ist geradezu eckig, das andere Mal ist es wenig vortretend und gerundet. Bei niederen Rassen und den ältesten prähistorischen Schädeln fehlt ein vortretendes Kinn mehr oder weniger (Tierähnlichkeit). Zu beiden Seiten der Protuberantia mentalis findet man unter den lateralen Schneidezähnen die Oberfläche leicht zu den Fossae mentales (*130*) vertieft. Auf dem seitlichen Teil des Körpers öffnet sich unter

[1]) Maxilla inferior.

[2]) Spina mentalis externa.

dem zweiten Prämolarzahn nicht ganz in der Mitte der Höhe des Kiefers das Foramen mentale zum Austritt von Nerven und Gefäßen. Von der Gegend unter dem zweiten Molarzahn erhebt sich auf der Außenfläche des Kieferkörpers die Linea obliqua (*130*), welche rückwärts aufsteigend in den vorderen Rand des Astes übergeht. Sie stellt die Grenze des eigentlichen Kieferkörpers gegen den einwärts gerückten Alveolarteil dar.

Die dem Innern des Mundes zugekehrte Fläche zeigt eine medianstehende, meist geteilte Zacke, Spina mentalis[1]) (*131, 132*), zur Anheftung der Mm. genioglossi und darunter der Mm. geniohyoidei. Weiter unten, unmittelbar über dem Kieferrand, trifft man jederseits auf eine flache Grube, Fossa digastrica (*132*), in welcher sich der vordere Bauch des gleichnamigen Muskels anheftet. Seitlich erhebt sich von der Gegend des ersten Molarzahnes aus die Linea mylohyoidea (*131*), welche durch die medianwärts über den Bogen des eigentlichen Kieferkörpers eingerückte Zahnlade erzeugt wird. An ihr entspringt der M. mylohyoideus. Unter ihr findet man eine schmale, ihr parallel verlaufende Rinne, Sulcus mylohyoideus, für den gleichnamigen Nerven, welche besonders unter den letzten Backzähnen deutlich ist. Außerdem ist die Oberfläche des Knochens oberhalb und unterhalb der Linea mylohyoidea leicht, manchmal kaum merklich, zu flachen Eindrücken vertieft, oberhalb zur Fovea sublingualis, unterhalb zur Fovea submaxillaris (*131*); beide beherbergen Teile der gleichnamigen Drüsen.

Der Ast, Ramus mandibulae, erhebt sich vom hinteren Ende des Körpers, wobei die freien nach unten und hinten gekehrten Ränder von Körper und Ast in einem stumpfen Winkel, Angulus mandibulae (*130—132*), von individuell verschiedener Größe zusammenstoßen. Der Rand des Winkels ist nach außen mehr oder weniger stark abgebogen. Er ist am Lebenden stets deutlich zu fühlen, bei mageren Personen auch zu sehen. Der hintere Rand des Astes ist leicht S-förmig gekrümmt, der vordere geht aus dem Körper in einer gebogenen Linie hervor, indem sich, wie oben erwähnt, lateral die Linea obliqua in ihn fortsetzt. Sie ist als scharfe Kante bis zum oberen Ende des Astes zu verfolgen. An der medialen Seite steigt die Linea mylohyoidea ebenfalls nach dem Aste auf, doch wird sie rasch stumpfer und verschwindet schließlich. Der vordere Rand besitzt zu Anfang, wo er aus dem Körper abgeht, eine Breite, welche durch die des letzten Backenzahnes bestimmt wird. Er ist hier zu einer flachen Rinne vertieft, welche durch eine schwache Firste, Crista buccinatoria (*130*), in eine größere laterale und kleinere mediale Hälfte geteilt wird. An ihr entspringt der M. buccinator. Nach oben schärft sich der vordere Rand mehr und mehr zu.

Die Außenfläche des Astes wird von kleinen Leisten und Rauhigkeiten eingenommen, an welchen sich der M. masseter ansetzt, Tuberositas masseterica; ähnliche Rauhigkeiten der Innenfläche, Tuberositas pterygoidea, sind für den Ansatz des M. pterygoideus internus bestimmt. Etwa in der Mitte der Höhe der Innenfläche trifft man auf ein ansehnliches Loch, Foramen mandibulare (*132*), und am vorderen Rand desselben auf die Lingula mandibulae, eine Knochenzacke, welche vom Lig. sphenomandibulare des Kiefergelenkes umfaßt wird.

An seinem oberen Rand wird der Unterkieferast durch einen bogenförmigen Ausschnitt, Incisura mandibulae, in zwei Fortsätze geteilt (*130, 131*). Der vordere,

[1]) Spina mentalis interna.

Processus coronoideus[1]), ist von beiden Seiten her abgeflacht und mehr oder weniger rückwärts gekrümmt. Er dient lediglich dem M. temporalis zur Anheftung, weshalb seine Ausbildung mit der dieses Muskels schwankt. Der hintere Fortsatz, Processus condyloideus[2]) ist stärker. Sein Ende verbreitert sich zu dem querelliptischen Gelenkkopf, Capitulum mandibulae, welcher sich durch den eingeschnürten Hals, Collum mandibulae, absetzt. Die Gelenkflächen beider Seiten sind nicht rein transversal gestellt, sondern weichen mit dem medialen Ende rückwärts ab, so daß sich die Verlängerungen ihrer Achsen ungefähr am vorderen Umfang des Hinterhauptsloches schneiden. Der Hals zeigt sich unter dem medialen Teil der Gelenkfläche leicht gehöhlt zum Ansatz des M. pterygoideus internus, Fovea pterygoidea.

Vom Foramen mandibulae erstreckt sich durch den Unterkiefer ein Kanal, Canalis mandibulae, welcher den N. alveolaris inferior und die gleichnamigen Gefäße enthält. Er verläuft ungefähr in Richtung und Höhe des Sulcus mylohyoideus und liegt der inneren Oberfläche des Knochens näher wie der äußeren. Von ihm aus gehen feine Kanälchen zu den Alveolen, um den Zahnwurzeln ihre Nerven und Gefäße zuzuführen. Durch das Foramen mentale sendet er einen ansehnlichen Teil seines Inhaltes, die Nn. und Vasa mentalia zum Kinn, weshalb sich sein Kaliber von da ab plötzlich um mehr als die Hälfte verringert (*132*, *133*). Er erstreckt sich bis unter die mittleren Schneidezähne.

Über die Ursache der Kinnbildung, welche dem Menschen allein eigen ist, hat sich eine Diskussion abgespielt, welche dadurch hervorgerufen wurde, daß Walkhoff (1902, 1909) behauptete, daß das menschliche Kinn durch die Wirkung der Sprache entstanden sei. Dem traten Fischer (1903) und Weidenreich (1904) entgegen. Der letztere sagt, wie mir scheint, richtig: „Das Auftreten des Kinnes beim Menschen als prominentester Teil des Unterkiefers ist ein rein passiver Vorgang; nicht etwa Muskelwirkung, wie Walkhoff anzunehmen scheint, treibt das Kinn vor den Alveolarteil nach vorn, sondern der Alveolarteil schiebt sich infolge der Reduktion der Zähne über den dadurch nun vorspringenden Basalteil zurück." Toldt (1904) stimmt dem allerdings nicht zu, er hält vielmehr die Ausbildung eines Kinnes beim Menschen für eine Folge der Verbreiterung des Zahnbogens. Die beträchtliche Querspannung des Kieferbogens bedarf einer Verstärkung der Knochenmasse, welche durch das Kinn gegeben ist.

Entwickelung (*161*). Der Knorpelstab in der Achse des ersten Schlundbogens (Meckelscher Knorpel) ist von einem bindegewebigen Keimgewebe umgeben, welches schon vor Beginn der Verknöcherung die Form des späteren Unterkiefers erkennen läßt (Reuter 1896). Von der Mitte des zweiten Fetalmonats ab treten in ihm mehrere Knochenkerne als Belegknochen des Knorpels auf. Sie fließen zusammen und bilden eine nicht ganz geschlossene Röhre, in welcher der immer mehr zurückgehende Meckelsche Knorpel eingeschlossen ist. An ihrem oberen Rande treten mit den Zahnanlagen auch die Alveolen auf. Endlich verschwindet der Meckelsche Knorpel ganz, nur sein vorderster Teil ist direkt an der Knochenbildung beteiligt. Accessorische Knorpelkerne entstehen im Processus condyloideus, Proc. coronoideus, am Angulus mandibulae und am Alveolarrand.

Im Anfang ist ein Angulus mandibulae kaum zu finden, die Fortsätze liegen vielmehr fast ganz in der Flucht des Körpers mit ganz geringer Abweichung nach oben. Noch beim Neugeborenen ist der Ast nieder und stößt in einem sehr stumpfen Winkel mit dem Körper zusammen. Außerdem erscheint er aufgetrieben durch die voluminösen in ihm enthaltenen Zahnanlagen. Entsprechend seiner paarigen Bildung besteht der Unterkiefer noch beim Neugeborenen, wie erwähnt, aus zwei seitlichen, durch eine mediane Symphyse verbundenen Hälften. Die Verknöcherung der Symphyse beginnt selten vor der Geburt, meist nachher und zwar von mehreren Punkten aus (M.-H.). Linsenförmige platte Knochenscheibchen, Ossicula mentalia, entstehen als kleine Schaltknochen in der unteren Hälfte der Symphyse in verschiedener Zahl. Weidenreich (1908) und Bardeleben (1905) lassen aus ihnen die Protuberantia mentalis hervorgehen. Die

[1]) Von *κορωνός* krumm, *κορώνη* Haken.
[2]) Processus articularis.

Verwachsung sämtlicher Teile ist bis zum dritten oder vierten Lebensmonat meist schon vollendet, nur zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen erhält sich nicht selten eine lineare Furche bis ins reife Alter. Die Ausbildung des Unterkiefers hält im ganzen Schritt mit der Ausbildung der Zähne. Da die Schneidezähne schon sehr frühzeitig weit fortgeschritten sind, umfaßt der sie beherbergende Kieferteil schon im ersten Lebensjahr denselben Raum, wie beim Erwachsenen. (Gr. Spee). Das Foramen mentale rückt während des Kieferwachstums um die Breite eines Zahnes nach hinten. Bei zahnlosen Kiefern, deren Alveolarfortsatz verschwunden ist, liegt das For. mentale nahezu auf der Kaufläche.

Varietäten. Der Winkel, welchen Körper und Ast miteinander bilden, schwankt, wie schon erwähnt, nicht unbeträchtlich. Das Foramen mandibulare, öfter noch das Foramen mentale, kann sich verdoppeln, letzteres sich sogar verdreifachen. Der Canalis mandibularis wurde ebenfalls schon doppelt gefunden. — Der Gelenkfortsatz ist in seiner Form zahlreichen individuellen Schwankungen unterworfen, selbst die Stellung der Achsen beider Gelenkfortsätze zueinander ist nicht ganz konstant. — Als Processus Sandiforti oder Processus lemurinicus wird ein an der Ecke des Kieferwinkels vorkommender Vorsprung beschrieben, welcher nach unten und außen gerichtet ist. Ob man es mit einem Analogon des Winkelfortsatzes gewisser Säuger zu tun hat, oder nur mit einer individuellen Bildung, erscheint noch fraglich.

Praktische Bemerkungen. Die Lage des Unterkiefers ist eine sehr freie, weshalb man ihn sowohl von außen her, wie von der Mundhöhle aus zum allergrößten Teil betasten kann; man wird deshalb auch meist keine Schwierigkeit finden, vorhandene Brüche mit Sicherheit zu erkennen. Seiner freien Lage wegen ist der Unterkiefer solchen mehr ausgesetzt als andere Gesichtsknochen und wird durch Schlag, Schuß oder Fall leicht verletzt. Seiner Hufeisenform wegen kann er auch bei Pressung eine Fraktur erleiden. Einem Bruch wirkt es entgegen, daß er eine sehr kräftige Corticalis besitzt, welche die im Inneren befindliche Spongiosa schützt. Der Canalis mandibularis und sein Inhalt wird natürlich bei Brüchen, welche den Knochen senkrecht oder schief durchsetzen, in Mitleidenschaft gezogen werden. Dislokationen der Bruchenden treten sehr leicht auf, da die zahlreichen am Unterkiefer befestigten Muskeln an ihnen ziehen. Daß die dünnen Außen- und Zwischenwände der Alveolen bei Zahnextraktionen verletzt werden können, versteht man leicht.

Brüche der beiden Fortsätze des Unterkiefers sind selten, doch werden sie immerhin beobachtet.

## 15. Bandverbindungen des Schädels.

Entsprechend der verschiedenen entwickelungsgeschichtlichen Herkunft der Schädelknochen sind auch die Weichteile zwischen ihnen histologisch verschieden gebaut. Die Teile des knorpeligen Primordialschädels werden in der Jugend durch hyalinen Knorpel miteinander verbunden, welcher sich jedoch später unter Aufnahme von fibrillärem Bindegewebe zu Faserknorpel umwandelt. Die auf rein bindegewebiger Grundlage entstehenden Deckknochen stehen immer durch reines Bindegewebe in Zusammenhang miteinander. Letzteres gilt für alle Nähte des Schädeldaches und des Gesichtes, ersteres aber für die Verbindungen der Knochen der Schädelbasis miteinander. Wie schon bekannt ist, findet man an dieser eine Anzahl transitorischer Synchondrosen, welche die in der Jugend getrennten Teile der verschiedenen Knochen miteinander verbinden. Permanent sind nur die Synchondrosis sphenopetrosa und petrooccipitalis in den Spalten zu beiden Seiten des Felsenbeines. Sie setzen sich von der Spitze desselben in die Ausfüllung des Foramen lacerum fort.

Nächst den Rändern und Oberflächen der Teile des embryonalen Schädels verlaufen vielfach Gefäße und Nerven, welche bei der definitiven Ausbildung von Knochen umschlossen werden, so daß sie durch Löcher desselben verlaufen. Nicht immer aber kommt es zu einer Verknöcherung dieser umschließenden Spangen, in einer Reihe von Fällen erhalten sie sich als Bänder, und zwar die eine häufiger, die andere seltener. Es war davon schon bei Beschreibung der einzelnen Knochen die Rede. Hier sollen

nur die so häufig verknöcherten Verbindungen der Processus clinoidei des Keilbeines, die Brücken über die Incisurae frontalis und supraorbitalis und das erwähnte Ligamentum pterygospinosum (Civinini) hervorgehoben werden; letzteres spannt sich von einer Zacke am hinteren Rande der Lamina lateralis proc. pteryg. zur Spina angularis herüber. Ferner soll erwähnt werden, daß Hinterhauptbein und Schläfenbein miteinander durch eine sehr festschließende Amphiarthrose, Articulatio petro-occipitalis, verbunden sind, von deren Gelenkflächen oben (S. 57) die Rede war. Nach Abschluß des Wachstums wird es durch Synostose ersetzt.

## 16. Kiefergelenk, Articulatio mandibularis.

Wie schon bei der Beschreibung des Unterkiefers erwähnt wurde, stehen die transversalen Achsen der beiden Kiefergelenke so, daß sie sich in der Gegend der vorderen Umrandung des Hinterhauptsloches schneiden. Das Gelenk „wird durch eine elliptische, mit dem größten Durchmesser transversal gestellte Bandscheibe, Discus articularis (*135*), in zwei Kammern geteilt. Dieselbe ist beiderseits konkav und steht in der Ruhe am vorderen Abhang des Gelenkkopfes des Unterkiefers. Die Kapsel ist ringsum mit der Bandscheibe verbunden und heftet sich an den beiden Knochen der Artikulation so eigentümlich an, wie man es im übrigen Körper nicht wiederfindet. Die scheinbar für Aufnahme des Gelenkkopfes bestimmte Pfanne ist nur in ihrer vorderen Hälfte in die Kapsel einbezogen und dafür ist die hintere Hälfte des vor der Pfanne gelegenen Höckers von der Kapselmembran umgeben. Dies erklärt sich durch die Entwickelung. Beim Neugeborenen existiert weder ein deutliches Tuberculum articulare, noch ein ausgebildetes Os tympanicum, so daß die Gelenkgrube lediglich aus einer median- und abwärts geneigten Fläche besteht, an welche sich ringsum die Kapsel ansetzt. Der in der Folge heranwachsende Paukenteil, welcher nun den hinteren Abhang der Pfannenvertiefung bildet, kann nicht weiter an der Herstellung des Gelenkes teilnehmen, weil er von Anfang an von ihm ausgeschlossen war. Die im Gelenk liegende Erhöhung des Tuberculum articulare ist der allmählich fortschreitenden Ausbildung des in ihr wurzelnden Arcus zygomaticus zu danken. Am Proc. articularis des Unterkiefers setzt sich die Kapsel so an, daß sie ihn hinten ziemlich weit umgreift, während sie vorn am gleichen Verhalten durch den hoch hinaufreichenden Ansatz des M. pterygoideus ext. gehindert wird. Die Kapsel ist im ganzen dünn und sehr schlaff.“ (M.-H.)

Der Überzug der beiden Gelenkflächen besteht nicht aus hyalinem Knorpel, was nicht verwundern kann, da dieselben aus Bindegewebsknochen und nicht aus Knorpelknochen hervorgehen. Der dünne Überzug ist vielmehr Bindegewebe, in welches jedoch Knorpelzellen, besonders in den tieferen Schichten, eingestreut sind.

Die Kapsel wird nur an ihrer lateralen Seite durch ein kurzes und plattes Haftband verstärkt, das Ligamentum temporomandibulare[1]) (*134*). Es entspringt vom hintersten Ende des Jochfortsatzes und heftet sich an den Kieferhals. Die vordersten kräftigeren Bündel laufen rückwärts, die hinteren schwächeren ziehen vertikal herab. Die ersteren spannen sich bei Rückwärtsbewegung, die letzteren bei Vorwärtsbewegung des Gelenkkopfes an.

An der medialen Seite wird die Kapsel nur durch einen schmalen, nicht einmal ganz beständigen Bänderzug verstärkt.

[1]) Lig. collaterale laterale; Lig. accessorium lat.

Von der Kapsel durch Gefäße, Nerven und Fett getrennt, läuft aber an der medialen Seite des Kiefergelenkes noch eine streng genommen nicht mehr zu ihm gehörige dünne Membran herab, Ligamentum sphenomandibulare [1]) (*136*). Das Band entspringt neben dem Gelenk an der Spina angularis des Keilbeines und teilt sich in zwei Blätter, von welchen das eine am Hals des Unterkiefers, das andere an der Lingula mandibularis endigt.

Das Ligamentum stylomandibulare [2]) steht dem Kiefergelenk noch ferner; es ist ein dünner Bänderzug mit aufwärts konvexem Rande, welcher vom Processus styloideus entspringt und zum Kieferwinkel herabsteigt. Von ihm entspringen auch Fasern des M. styloglossus.

Die von manchen Autoren zu den Kieferbändern gerechnete Raphe pterygomandibularis wird bei Beschreibung der mit ihr zusammenhängenden Muskeln beschrieben werden.

Bei den Bewegungen des Unterkiefers wirken stets die Gelenke beider Seiten miteinander. Die Stellung der Condylen ist dem nicht günstig, da ihre Querachsen, wie erwähnt, keine einheitliche Linie bilden, sondern sich in stumpfem Winkel schneiden. Eine ungehinderte Bewegung wird dadurch ermöglicht, daß der Gelenkkopf beim weiteren Öffnen des Mundes seine Pfanne verläßt und sich auf das Tuberculum articulare stellt. Die Bandscheibe, welche in der Ruhe mit ihrem hinteren Rand in der tiefsten Stelle der Gelenkgrube stand, gleitet mit dem Unterkiefer vorwärts und gleicht dadurch die Inkongruenz zwischen den beiden konvex gekrümmten Knochenflächen aus. Die Bewegung ist bei mageren Leuten direkt zu sehen, bei jedermann deutlich zu fühlen. Die lockere Bindegewebsmasse, welche die Bandscheibe mit der hinteren Wand der Kapsel und der hinteren Hälfte der Fossa articularis verbindet, wird dabei gespannt; kehrt der Kopf beim Schließen des Mundes wieder in die Pfanne zurück, dann preßt er diese Bandmasse gegen deren Rückwand, während die Bandscheibe zwischen die Vorderwand der Grube und den Gelenkkopf zu liegen kommt. Bei den Verschiebungen des Gelenkkopfes muß man aber den Mund nicht notwendigerweise öffnen, man kann dabei auch die Zahnreihen in Kontakt lassen und auf diese Art eine vor- und rückwärts reibende Bewegung ausführen. Eine seitliche Malbewegung wird dadurch bewirkt, daß sich nur der Gelenkkopf der einen Seite auf den Gelenkhöcker vorschiebt, während der andere an seiner Stelle bleibt; der letztere bildet damit das Centrum eines Kreises, um dessen Peripherie sich der erstere bewegt.

Bei der geschilderten Vorwärtsbewegung des Kopfes auf den Gelenkhöcker kann die Achse, um welche sich der Kiefer dreht, nicht wie anderwärts im Gelenk selbst liegen, sie ist vielmehr weiter unten zu suchen, und zwar fällt sie mit dem Eingang in den Canalis mandibularis zusammen. Dieser ist also mit den in ihn eintretenden Gefäßen und Nerven der unbeweglichste Punkt.

Das Kiefergelenk der Säugetiere und des Menschen ist dem der niederer stehenden Wirbeltiere nicht homolog. Die Säuger verwenden Teile, welche bei diesen zur Herstellung des Kiefergelenkes benützt werden (Os palato-quadratum und articulare) zur Bildung der Gehörknöchelchen und bilden zum Ersatz ein sekundäres Kiefergelenk aus.

Bei zahnlosem Mund atrophiert die Bandscheibe durch Nichtgebrauch (Kieffer 1907).

Varietät. Die Bandscheibe ist in seltenen Fällen in der Mitte durchbohrt.

Praktische Bemerkungen. Die Bildung und Funktion des Kiefergelenkes begünstigen das Eintreten einer einseitigen, noch häufiger einer doppelseitigen Luxation nach vorne außerordentlich. Sie tritt leicht ein bei übertriebener Bewegung beim Lachen, Gähnen, Erbrechen

[1]) L. spino-lingulare, Fick. Lig. accessorium mediale.
[2]) L. stylomyloideum.

usw. Der Gelenkkopf tritt dann über das Tuberculum articulare hinaus bis in den Anfang der Unterschläfengrube und wird dort vom Zug des angespannten Temporalmuskels festgehalten. Die nachgiebige Kapsel spannt sich zwar stark, braucht aber nicht zu zerreißen. Bei der starken Dehnung, welche sie erleidet, erklärt es sich, daß Rezidive häufig sind. Die größere Zartheit des Bandapparates beim weiblichen Geschlecht macht es verständlich, daß bei ihm Luxationen häufiger sind wie beim männlichen. Die sehr seltene Luxation nach hinten führt den Gelenkkopf unter dem Gehörgang bis zum Proc. mastoideus hin.

Wird durch Ankylose das eine Kiefergelenk festgestellt, dann wird es auch das andere, da ja eines allein für sich nicht zu funktionieren vermag. Da das Gelenk zwei vollständig voneinander getrennte Höhlen besitzt, muß bei einer Erkrankung, welche sonst zur Ankylose führt, die Bewegungsmöglichkeit nicht immer sogleich gänzlich aufgehoben sein, da es vorkommen kann, daß nur die eine der beiden Gelenkkammern ergriffen ist.

In der Umgebung des Kiefergelenkes finden sich wichtige Gefäße und Nerven: an der lateralen Seite A. und V. temporalis superficialis, N. auriculotemporalis und facialis, an der medialen Seite Chorda tympani, A. und V. maxillaris interna, der Anfang des N. auriculotemporalis, auf welche sich bei einer Resektion die Aufmerksamkeit zu richten hat.

## 17. Zungenbein, Os hyoideum[1]).

Obgleich das Zungenbein seiner Lage nach dem Halse angehört, ist es seiner Entwickelung nach doch dem Unterkiefer und dem Griffelfortsatz des Schläfenbeines so nahe verwandt, daß man es zum Schädel zu stellen hat. Auch im ausgebildeten Zustand bildet es ein Mittelglied zwischen Kopf und Hals, indem es einerseits die Basis für die Zunge darstellt, andererseits dem Kehlkopf als Aufhängevorrichtung dient. Wie der Unterkiefer ist es hufeisenförmig gestaltet und man kann es bei etwas gestrecktem Hals zwischen Kinn und Kehlkopf leicht durch die Haut fühlen.

Es besteht aus einem unpaarigen Körper, an welchen sich jederseits zwei Hörner anschließen (*137*, *138*).

Der Körper, Corpus[2]), ist eine quergestellte, rechteckige Knochenplatte, welche in transversaler und vertikaler Richtung nach außen gewölbt erscheint. Der obere Rand ist zugeschärft und eben, der untere etwas verdickt und steigt seitlich zur Verbindung mit den großen Hörnern auf, an die beiden Seitenränder sind diese letzteren angefügt. Die Vorderfläche wird durch eine Querfirste und eine nicht immer vollständige Längsfirste in vier Felder geteilt, an welchen sich Muskeln (M. sterno-omothyreo-genio-mylohyoideus) anheften. Die Rückseite ist tief gehöhlt.

Das große Horn, Cornu majus, ist, wie gesagt, jederseits mit dem Seitenrand des Körpers verbunden, steigt unter Verjüngung leicht nach hinten auf und endigt mit einem zylindrischen Köpfchen. Das kleine Horn, Cornu minus, ist in der Regel ganz kurz, kegel- oder birnförmig und ragt von der Verbindungsstelle des Körpers mit dem großen Horn auf- und rückwärts. An beiden Hörnern setzen sich zahlreiche Muskeln an und zwar solche der Zunge, des Kehlkopfes und des Schlundkopfes.

Was die Bandeinrichtungen des Zungenbeines anlangt, so ist die Verbindung zwischen Körper und großem Horn eine Synchondrose, die des kleinen Hornes ein Gelenk. Ein Ligamentum stylohyoideum erstreckt sich vom Proc. styloideus zum kleinen Horn des Zungenbeines (*136*). Es geht, wie die Knochenstäbe, welche es verbindet, aus einem Teil des zweiten Schlundbogens hervor. Je nachdem bei der Ent-

[1]) ὑς Schwein. Vergleich des Buchstabens υ und ebenso des Zungenbeins mit einem Schweinsrüssel.

[2]) Basis.

wickelung die Umwandlung in Knochen von oben oder unten her mehr oder weniger weit fortschreitet, ist der Processus styloideus oder das kleine Horn, oder es sind beide kürzer oder länger und in entsprechender Art verhält sich dann das Band. Es können sich sogar beide Stäbe berühren, so daß dann das Band ganz ausgeschaltet wird. Es kann auch durch ein besonderes, zwischen beiden Endpunkten eingeschaltetes Knorpel- oder Knochenstäbchen ersetzt sein (Tierähnlichkeit).

Entwickelung. Wie der Unterkiefer, so ist auch das Zungenbein ein Teil des Visceralskeletes, und zwar bildet sich, wie schon bemerkt wurde, das kleine Horn, das Lig. stylohyoid. und der Proc. styloideus aus einem Teil des zweiten, das große Horn aus einem solchen des dritten Schlundbogenknorpels. Der Körper entspricht einer Copula. Die Verknöcherung beginnt in der letzten Zeit des Fetallebens. Das große Horn geht von einem einzigen Kern aus, der Körper von zweien, welche bald nach der Geburt miteinander verschmelzen. Das kleine Horn kann sehr lange, auch noch bei Erwachsenen knorpelig bleiben. In späterem Alter treten Körper und große Hörner meist in knöchernen Zusammenhang; am längsten widerstehen die Gelenke der kleinen Hörner einer Ankylose.

Praktische Bemerkungen. Seiner ziemlich exponierten Stellung wegen kann das Zungenbein Frakturen erleiden, besonders wenn seine Teile miteinander verknöchert sind. Bei Brüchen beobachtet man bedeutende Schlingbeschwerden, was sich daraus erklärt, daß die am Zungenbein befestigten Muskeln, welche beim Schlingakt beteiligt sind, nun eines festen Angriffspunktes entbehren. Ausgedehnte Verknöcherung im Bereich der vom Processus styloideus, Lig. stylohyoideum und kleinem Horn dargestellten Kette kann bei der Tonsillotomie von Bedeutung werden (Dwight 1907).

## 18. Schädel im ganzen.

Schon bei Würmern, Mollusken und Arthropoden findet man den wichtigsten Teil des Nervensystems in nahe räumliche Beziehung zum Anfangsdarm gebracht. Bei den Wirbeltieren ist dies nicht anders. An das Centrum des Nervensystems schließen sich wieder die Hauptsinnesorgane nahe an. Die Gesamtheit dieser Gebilde stellt den Kopf dar, welcher sich also auch beim Menschen aus dem Gehirn, den vier Hauptsinnesorganen und dem Beginn des Darmrohres zusammensetzt. Das letztere sondert sich im Laufe der Entwickelung in zwei Abteilungen, den Anfang des Verdauungskanals und dem des Respirationsorgans. Das Skelet faßt die sämtlichen im Kopf vereinigten Organe zu einem Ganzen zusammen.

Das Wichtigste am ganzen Wirbeltierkopf ist die Entfaltung des Centralnervensystems zum Gehirn. Dieses wird von einer besonderen Kapsel umschlossen, welche man als Hirnschädel bezeichnet. Der Anfang des Intestinaltractus und die um ihn gruppierten Sinnesorgane sind in Höhlen untergebracht, welche sich zum Gesichtsschädel zusammenschließen. Derselbe besteht danach beim Menschen aus der Nasenhöhle, den Augenhöhlen, den Ohrenhöhlen, der Mundhöhle. Zu diesen kommen noch Räume, welche Muskeln, Nerven und Gefäße für diese Höhlen aufzunehmen haben, die Schläfengrube, Unterschläfengrube, die Flügelgaumenspalte. Der Gesichtsschädel ist an die basale Seite des Hirnschädels angefügt.

Da sich der Schädel den an ihm angebrachten Weichteilen genau anpaßt, so versteht man, daß er auch ohne sie, für sich allein betrachtet, wichtige Schlüsse auf die Organisation dieser erlaubt, was besonders bei der vergleichenden Betrachtung klar hervortritt. Das eine Mal beweist er, daß ein großes, das andere Mal, daß ein kleines Gehirn vorhanden war, hier kann man ein enorm ausgebildetes, dort ein schwach entwickeltes Geruchsorgan nachweisen, hier geben breite und massige Kiefer, dort schmale und schwache, Kunde von der Beschaffenheit und der Art der ersten Ver-

arbeitung der aufgenommenen Nahrung. Es mag aber ein Teil des Kopfes die anderen noch so stark in seiner Ausbildung übertreffen, immer ist doch der Schädel zu einem harmonischen Ganzen zusammengefügt, dem auch Bauelemente eigen sein können, welche nicht unmittelbar für die in ihm vereinigten Organe nötig sein würden, welche vielleicht mechanische Zwecke haben, oder welche als Waffen bezeichnet werden können, selbst solche, welche nur der Proportionalität dienen, welche also, wenn man sich so ausdrücken will, Schönheitszwecke verfolgen.

Von Interesse ist nach dieser Seite hin eine Vergleichung des Schädels des Menschen mit dem der ihm nahestehenden Affen. Durch die übermäßige Ausbildung des menschlichen Gehirns wird der vordere und hintere Teil des Hirnschädels herabgedrängt und gewissermaßen abgeknickt. Die erhebliche Breite des Stirnhirnes verbreitert beim Menschen die bei den Affen sehr schmale Nasenhöhle, die Augenhöhlen treten infolgedessen weiter auseinander. Die den Affen gegenüber geringere Ausbildung des Gebisses verringert die Größe des Kieferapparates und verhindert dadurch das schnauzenförmige Vortreten des Mundes. Mit der schwächeren Kieferbildung steht in unmittelbarstem Zusammenhang die schwächere Bildung und geringere Ausbreitung der dem Kaugeschäft dienenden Muskeln, was wieder ein Zurücktreten der von ihren Ansätzen hervorgerufenen Leisten und Rauhigkeiten bedingt.

Wie empfindlich die Skeletbildung auf die der Weichteile des Kopfes antwortet, dies beweist auch die Vergleichung der einzelnen Menschenschädel untereinander. Ihr Bau ist keineswegs uniform zu nennen, und die Unterschiede in der Gestaltung haben Veranlassung zur Begründung einer besonderen Wissenschaft gegeben, der Schädellehre, Craniologie, deren Aufgabe es ist, die individuellen, die Stammes- und Rassenunterschiede des menschlichen Schädels festzustellen und zu beschreiben.

### a) Der Hirnschädel.

Der Hirnschädel besteht aus einer ungefähr eiförmigen Kapsel, deren spitzes Ende nach vorne sieht und deren längster Durchmesser bei aufrecht getragenem Kopf von vorne oben nach hinten unten absteigt (*145*). Der obere und untere Teil der Kapsel unterscheiden sich voneinander nicht nur in ihrer Entwickelung, sondern auch in ihren Formen und in ihrer Bedeutung am ausgebildeten Skelet. Der obere Teil ist eine durchaus einfach gebaute, gleichartige Knochenkuppel, welche man als Schädeldecke, Calvaria, bezeichnet. Der untere Teil ist der Schädelgrund, Basis cranii. Er ist aus zahlreichen Teilen von verschiedener Art und Bedeutung zusammengesetzt; in seinen Bau spielen die benachbarten Sinnesorgane hinein und nahezu alles, was in die Schädelhöhle gelangen oder sie verlassen will, muß in ihm ausgesparte Öffnungen passieren.

Auf der Außenseite des Schädels grenzen sich Calvaria und Basis deutlich voneinander ab (*140*). Die Grenze beginnt hinten in der Protuberantia occipitalis externa, setzt sich über die Linea nuchae suprema und superior auf den Processus mastoideus fort, gelangt dann zum oberen Umfang der äußeren Ohröffnung, von ihm aus auf die Gelenkgrube für den Unterkiefer. Über den Ursprung des Jochbogens folgt sie der Crista infratemporalis und tritt dann auf den Rand des großen Keilbeinflügels, von welchem aus sie den oberen Augenhöhlenrand erreicht, um endlich in der Nasenwurzel die Grenzlinie der Gegenseite zu erreichen. Die vorderen Teile der Grenzlinie werden natürlich streckenweise von dem an der Basis hängenden Gesicht verdeckt. Im Innern der Schädelhöhle ist eine scharfe Grenzlinie zwischen Schädeldecke und Schädelgrund nur hinten im Sulcus transversus zu finden.

## Calvaria.

Über die Außenfläche der Schädeldecke verlaufen die beiden Schläfenlinien, welche vorne vom Proc. zygomaticus des Stirnbeines ausgehen und nach einem aufwärts konvex gebogenen Verlauf hinten in der Wurzel des Jochbogens endigen (*140*). Sie fassen das oben erwähnte glatte Feld zwischen sich. Durch sie zerfällt die Calvaria in zwei Regionen, eine mittlere gewölbte, auf welcher nur die Stirn- und Scheitelhöcker auffallen und zwei seitliche, etwas abgeplattete. Die mittlere Gegend bezeichnet man von vorn nach hinten als Stirne, Frons[1]), Scheitel, Vertex, und Hinterhaupt, Occiput. Die Seitenflächen sind die Plana temporalia. In der Mittelregion ist die Oberfläche des Knochens durch unzählige feinste Gefäßöffnungen matt, seitlich mehr glatt und glänzend.

Die innere Oberfläche der Schädeldecke (*144*) ist im allgemeinen glatt, doch zeigt sie Systeme von Furchen; die schmäleren entsprechen den Arterien (Aa. meningeae). Sie steigen von der Basis auf, verzweigen sich baumartig und verschmälern sich allmählich nach dem Scheitel zu. Die breiteren enthalten die Blutleiter (Sinus) der harten Hirnhaut; sie besitzen einen gleichmäßigeren Durchmesser, hängen wohl untereinander zusammen, sind aber nicht so verzweigt, wie die Arterienfurchen. Es macht keine Schwierigkeit, beide Arten voneinander zu unterscheiden. Eine Trennung der Schädelhöhle in zwei symmetrische Hälften ist angedeutet durch die Crista galli, Crista frontalis, Sulcus sagittalis und Crista occipitalis interna. Die erst- und letztgenannte Firste gehören schon der Basis an und die Crista occip. int. wird vom Ende des Sulcus sagittalis durch die Protuberantia occip. interna und die von ihr ausgehenden Sulci transversi getrennt. Kleine Grübchen für Arachnoidealzotten (Foveolae granulares)[2]) findet man in wechselnder Anzahl und von wechselnder Tiefe zu beiden Seiten der Mittellinie in einer Entfernung bis zu 2 cm von derselben.

## Basis cranii interna (*143*).

Sie wird durch quere Kanten in drei Gruben eingeteilt, Fossa cranii anterior, media und posterior. Dieselben sind terrassenförmig in der Art angeordnet, daß die vorderste am höchsten, die hinterste am tiefsten liegt. Jede derselben hat einen unpaarigen Mittelteil und zwei paarige Seitenteile. Die Mittelteile sind: in der vorderen Schädelgrube die Crista galli, von welcher aus sich die Falx cerebri erhebt und der Beginn des Keilbeinkörpers, in der mittleren der Türkensattel, welcher den Hirnanhang aufnimmt, in der hinteren der Clivus, auf welchem die Brücke und Medulla oblongata liegen. Auf den Seitenteilen ruhen in der vorderen Schädelgrube die Stirnlappen, in der mittleren die Schläfenlappen des Großhirns, in der hinteren die Hemisphären des Kleinhirns. In der vorderen und mittleren Schädelgrube schließt sich das Relief des Großhirns dem des Skeletes so eng an, daß leichte Vertiefungen, Impressiones digitatae[3]), und die sie trennenden Firsten, Juga cerebralia, dessen Windungen und Furchen wiedergeben. Sie ziehen sich auch noch auf die Calvaria hinauf. Die vordere Grenzkante beginnt in der Mitte mit dem Limbus sphenoidalis, geht von ihm auf die Processus clinoidei anteriores über und setzt sich auf den geschweiften Rand des kleinen Keilbeinflügels fort. Die hintere Kante beginnt mit der Sattellehne und geht von ihm aus auf den oberen Winkel

[1]) Sinciput bedeutet als Gegensatz von Occiput die ganze vordere Kopfhälfte.
[2]) Foveolae granulares Pacchioni.
[3]) Impressiones interjugales, Triepel.

der Schläfenbeinpyramide über. Die vordere Schädelgrube ist in der Mitte am tiefsten, seitlich wird ihr Boden durch den Inhalt der Augenhöhle aufwärts gewölbt. Die mittlere Schädelgrube fällt im Gegensatz dazu von der Mitte aus nach beiden Seiten ziemlich steil ab. Die hintere Schädelgrube senkt sich von allen Seiten stark zum großen Hinterhauptsloch. Da die beiden Grenzkanten vom Türkensattel aus nach vorn und hinten abweichen, sind die vordere und hintere Schädelgrube in der Mitte am geräumigsten und seitlich schmaler, während bei der mittleren das Umgekehrte der Fall ist.

Was in den Schädelgruben von Furchen und sonstigen Vertiefungen und auch was von Öffnungen in ihnen vorhanden ist, wurde zumeist schon bei den einzelnen Schädelknochen beschrieben, so daß es sich hier mit wenigen Ausnahmen nur noch um eine kurze Wiederholung von bereits Bekanntem handelt.

Vordere Schädelgrube.

Foramen caecum, nimmt einen Fortsatz der harten Hirnhaut auf.

Foramina cribrosa: Austrittsöffnungen für die Zweige des N. olfactorius; N. ethmoidalis.

Mittlere Schädelgrube.

Foramen opticum: Austrittsöffnung für N. opticus und A. ophthalmica.

Fissura orbitalis superior: Austrittsöffnung für die Nn. occulomotorius, trochlearis, abducens, ophthalmicus. Eintrittsstelle der V. ophthalmica.

Foramen lacerum: Ist eine Lücke mit unregelmäßigen Rändern, welche sich aus der Fissura sphenopetrosa medianwärts fortsetzt. Sie wird begrenzt vom Körper und großem Flügel des Keilbeins, sowie von der Spitze der Schläfenbeinpyramide. Das Loch ist sehr verschieden groß, je nachdem diese Spitze mehr oder weniger weit gegen den Keilbeinkörper vorgeschoben ist. Es wird von Faserknorpel ausgefüllt, welchen nur unbedeutende Nerven- und Gefäßästchen durchsetzen. Unmittelbar auf dem Faserknorpel liegt die A. carotis interna, welche sich dann in den neben dem Türkensattel befindlichen Sulcus caroticus erhebt.

Impressio N. trigemini: Hinter dem Foramen lacerum auf der Spitze der Schläfenbeinpyramide, zur Aufnahme des Ganglion semilunare des N. trigeminus bestimmt. Weiter seitlich folgt:

Hiatus canalis facialis für den N. petrosus superficialis major. Sodann:

Eminentia arcuata. Darunter der obere Bogengang des Labyrinthes.

Eminentia mandibularis (Schwalbe). Leicht gewölbte Stelle über der Gelenkgrube des Unterkiefers; fehlt nicht selten.

Foramen rotundum, hinter dem medialen Ende der Fissura orbitalis superior: Austrittsstelle des N. maxillaris.

Foramen ovale: Austrittsstelle des N. mandibularis.

Foramen spinosum: Eintrittsstelle der A. meningea media und des N. spinosus. Vom For. spinosum gehen die Arterienfurchen aus, welche sich an der Calvaria verästeln.

Emissarium sphenoidale, zwischen Foramen ovale und Lingula carotica.

Sulcus petrosus superior auf der oberen Kante der Schläfenbeinpyramide. Mit seinem lateralen Ende mündet er in den Sulcus transversus, mit seinem medialen Ende steht er mit dem Sulcus petrosus inferior in Verbindung.

Hintere Schädelgrube.

Porus acusticus internus. Austrittsstelle der Nn. acusticus und facialis, sowie der A. auditiva interna.

Aquaeductus vestibuli: Lateral und etwas nach unten vom inneren Gehörgang. Er ist am unzerlegten Schädel schwer zu sehen, da seine Mündung abwärts gerichtet ist.

Fossa subarcuata oberhalb der Öffnung des Aquaeductus.

Foramen jugulare, zwischen Schläfenbein und Hinterhauptsbein gelegen; nimmt in seiner größeren lateralen Abteilung den Sulcus transversus und petrosus inferior auf. Die kleinere mediale passieren N. glossopharyngeus, vagus, accessorius. In die Schädelhöhle zurück geht der Ramus meningeus n. vagi.

Canalis hypoglossi, unter dem Foramen jugulare für den gleichnamigen Nerven und Venen.

Foramen occipitale magnum, an der tiefsten Stelle der hinteren Schädelgrube für Medulla oblongata, Nn. accessorii, Aa. vertebrales und Venengeflechte.

### Basis cranii externa (*142*).

Der vordere Teil ist durch den Ansatz des Gesichtes verdeckt; er bildet die obere Wand der Nasenhöhle und der Augenhöhlen. Der hintere Teil besteht aus der Nackenfläche der Schuppe des Hinterhauptsbeines und ist bei diesem geschildert worden. Es bedarf also nur der Mittelteil von der Gegend der Processus mastoidei bis zum vorderen Rand der Gelenkgrube für den Unterkiefer einiger Worte. In der Mitte lenken vor allem das Foramen occipitale magnum und neben ihm die Condylen des Hinterhauptes den Blick auf sich. Vor ihm trifft man auf die Basalfläche des Os basilare, rauh für den Ansatz der tiefen Halsmuskeln. An sie schließt sich sogleich der hintere Rand der Pflugschar an. Zu beiden Seiten folgt neben den Condylen der Processus jugularis und neben ihm der Processus styloideus; beide ebenfalls zur Anheftung von Muskeln benützt. Der Processus mastoideus mit den seine mediale Seite flankierenden Furchen, welcher dann folgt, ist etwas weiter nach hinten gerückt, wie die Condylen, was für die Wirkungsweise des an ihn angehefteten M. sternocleidomastoideus von Bedeutung ist. Das Foramen stylomastoideum lässt den N. facialis austreten. Vor diesen Dingen schiebt sich beiderseits von lateral hinten nach medial vorn die Schläfenbeinpyramide wie ein Keil in die Basis ein, und man sieht an ihrer hinteren Seite das Foramen jugulare und vor diesem auf der Pyramide selbst den Eingang in den Canalis caroticus. Vor der Pyramide stößt man am weitesten lateral auf die Gelenkgrube des Unterkiefers und an deren hinterem Rand auf die Fissura petrotympanica für die A. tympanica und die Chorda tympani. Neben dem medialen Ende der Unterkiefergrube folgt die Spina angularis. Neben ihr öffnet sich das Foramen spinosum und zwischen diesem und der lateralen Wurzel des Processus pterygoideus das Foramen ovale.

Von der Decke der Unterschläfengrube, welche vor der Unterkiefergrube und neben dem Processus pterygoideus die Basis fortsetzt, wird weiter unten die Rede sein.

## b) Gesichtsschädel.

Der Gesichtsschädel besteht, wie erwähnt, aus einem Komplex von Höhlen, welche für die Aufnahme der Sinnesorgane und den Anfang des Respirations- und Verdauungskanales bestimmt sind. Er ist an dem vorderen Teil der äußeren Schädelbasis befestigt. Eine sehr widerstandskräftige Stütze liefert ihm der Jochbogen, welcher ihn mit der Seitenwand des Hirnschädels oberhalb der Ohröffnung vereinigt und die Processus pterygoidei, welche sich wie Strebepfeiler an seine Rückseite anstemmen.

Die äußere Oberfläche gleicht nur sehr im allgemeinen dem mit Weichteilen überzogenen Gesicht und es geben ihm die weiten Öffnungen der Augenhöhlen, die abgestutzte Nasenöffnung und die statt der Wangenrundung stark eingezogene Gegend, welche vorn mit der Fossa canina beginnt und weiter hinten unter dem Jochbogen auf dem Unterkieferast endigt, ein sehr charakteristisches Aussehen. Die Kinn- und Jochbogenpartie erinnern am meisten an die gleichen Teile des Lebenden, da sie nur mit verhältnismäßig dünnen Weichteilen überzogen sind.

Die Stirne, welche der Laie auch zum Gesicht zu rechnen pflegt, gehört, wie bekannt, dem Hirnschädel an.

## Nasenhöhle, Cavum nasi.

Sie wird bedeckt von dem Skelet der äußeren Nase, welches von den Nasenbeinen und den Stirnfortsätzen des Oberkiefers gebildet wird. Der Nasenrücken, Dorsum nasi, setzt sich gegen die Stirne durch eine Einziehung, die Nasenwurzel, Radix nasi (*140*), ab, welche bald flacher, bald tiefer eingezogen, bald breiter, bald schmaler sein kann. Das Nasendach ist fest und vermag beträchtlichen Gewalten Widerstand zu leisten. Caudal von ihm folgt der geräumige Eingang in die Nasenhöhle, Apertura piriformis (*139*). Am Lebenden wird sie ergänzt durch das Knorpelskelet der Nase, welches erst später beschrieben werden wird. Wie der Name sagt, ist die Öffnung birnförmig, mit dem schmalen Ende nach oben, mit dem breiten nach unten gerichtet. An ihrer Umrandung beteiligen sich die Nasenbeine, der Processus frontalis und der Körper des Oberkiefers. Die Ränder sind scharf, sie lassen sich auch am Lebenden durchfühlen, nur ist zuweilen der untere Umfang abgerundet, so daß dann die Gesichtsfläche allmählich in die Fläche der inneren Nase übergeht. Die dort in der Mittellinie vortretende Spina nasalis anterior ist ebenfalls am Lebenden zu fühlen. Die Form der Apertur im einzelnen ist sehr verschieden, sie wechselt mit dem ganzen Bau des Gesichtes. In nicht seltenen Fällen ist sie an der einen Seite weiter ausgeschnitten, als an der anderen.

Die Nasenhöhle selbst ist schmal und hoch, auf dem Frontalschnitt vierseitig und wird durch die Scheidewand in zwei symmetrische Teile geteilt (*111*). Das Septum nasi osseum[1]), bestehend aus perpendikulärer Platte des Siebbeines und Pflugschar, reicht oben von der Schädelbasis bis unten zum Boden der Nasenhöhle. Den winkeligen Ausschnitt des vorderen Randes, in welchen sich die knorpelige Nasenscheidewand einfügt (*145*), kann man schon von der Apertura piriformis aus betrachten (*139*), ebenso auch eine etwa vorhandene Verbiegung, deren konvexe Seite meist nach links gerichtet ist. Eine vordere Wand ist nur oben vorhanden, soweit der knöcherne Nasenrücken reicht. Die Decke jeder Nasenhöhlenhälfte wird von der Lamina cribrosa des Siebbeines gebildet, welche nur eine dünne und zerbrechliche Scheidewand gegen die Schädelhöhle hin darstellt. Der Boden ist glatt und leicht rinnenförmig vertieft; er besteht aus dem Gaumenfortsatz des Oberkiefers und der horizontalen Platte des Gaumenbeines. Dicht neben der Scheidewand und nahe dem vorderen Nasenstachel ist auf dem Nasenboden der Eingang des Canalis incisivus gelegen; man kann in ihn von der Apertura piriformis aus hineinsehen. Die komplizierteste Wand ist die seitliche. In ihre Herstellung teilen sich Siebbein, Tränenbein, Oberkieferkörper, untere Muschel, Gaumenbein und Flügelfortsatz des Keilbeines. Von ihr gehen die pneumatischen Nebenräume aus, sie sendet die drei Muscheln in das Innere der Nase hinein, deren

[1]) Septum narium.

Ansätze nach hinten konvergieren, an ihr findet man Processus uncinatus und Bulla ethmoidalis. Die Spalten unter den Muscheln sind die Nasengänge, Meatus nasi superior, zwischen oberer und mittlerer, Meatus nasi medius, zwischen mittlerer und unterer, Meatus nasi inferior, zwischen unterer Muschel und Boden der Nasenhöhle (*112*). Der mittlere Nasengang ist der weiteste, der obere der engste und kürzeste, der untere, rein horizontal gestellte, der zugänglichste. Das vordere Ende der unteren Muschel überblickt man von der Apertura piriformis aus. Der Spalt, welcher zwischen dem freien medialen Rand der Muscheln und der Nasenscheidewand bleibt, ist der Meatus nasi communis (*111*); er erstreckt sich von der Decke bis zum Boden der Nasenhöhle. Carina nasi nennt man den Raum, welcher sich vor den vorderen Enden der Muscheln unter der äußeren Nase hin von der Apertura piriformis bis zur Lamina cribrosa erstreckt. Als Recessus sphenoethmoidalis (*112*) wird der Raum bezeichnet, welcher zwischen der hinteren (oberen) Fläche der oberen Muschel und dem Keilbeinkörper vorhanden ist. Von den pneumatischen Nebenhöhlen münden Sinus frontalis und maxillaris in das Infundibulum des mittleren Nasenganges, die Cellulae ethmoidales in den oberen und mittleren. In den unteren Nasengang öffnet sich der Canalis nasolacrimalis. Im Recessus sphenoethmoidalis findet man das geräumige Foramen sphenopalatinum, welches Nerven und Gefäße aus der Fossa pterygopalatina in den Nasenraum bringt (*114*).

Eine hintere Nasenwand ist nur ganz oben vorhanden, wo sie vom Körper des Keilbeines mit den Conchae sphenoidales gebildet wird. Die Mündung der Sinus sphenoidales, welche eine andere Genese haben, wie die übrigen pneumatischen Nebenräume der Nase (S. 52), öffnet sich in den Recessus sphenoethmoidalis.

Unter ihr liegen die Choanae[1]) (*142*), die Öffnung der Nasenhöhle nach dem Schlundraum zu. Sie sind von vierseitiger Gestalt und werden begrenzt oben vom Keilbeinkörper mit den Alae vomeris, unten vom Rand des Horizontalteiles des Gaumenbeins mit der Spina nasalis posterior, zu beiden Seiten von der medialen Platte der Flügelfortsätze des Keilbeines. Die mediane Scheidewand der Nasenhöhle reicht mit einem scharfen Rand an sie heran und teilt sie in zwei symmetrische Hälften. Im Gegensatz zu ihrem vorderen Teil ist die Nasenscheidewand hier hinten niemals verbogen. Wenn man in die Choanen hineinsieht, überblickt man die hinteren Enden aller drei Muscheln.

Die Anatomie und Variationen in der Ausbildung der Nebenhöhlen der Nase behandelt Onodi (1907) zusammenfassend. Er weist darauf hin, daß sowohl Siebbeinzellen, wie auch die Wand der Keilbeinhöhle dem Sehnervenkanal außerordentlich nahe kommen. Bei Erkrankungen in ihrem Bereich kann daher der Sehnerv in Mitleidenschaft gezogen werden.

## Augenhöhle, Orbita.

Die Augenhöhle stellt einen liegenden Kegel dar, oder, wie man sich ausdrücken könnte, eine vierseitige Pyramide mit abgerundeten Kanten. Ihre in der Gesichtsöffnung liegende Basis weicht lateral und nach hinten aus der Frontalebene ab, ihre hinten gelegene Spitze erhebt sich etwa 15 bis 20° über den Horizont, ihre Achse verläuft nach hinten und medianwärts: sie kreuzt sich mit der der Gegenseite in der Gegend über dem Türkensattel.

Die obere Wand der Augenhöhle wird von der horizontalen Platte des Stirnbeines gebildet, sie ist kuppelartig gewölbt und zwar am stärksten vorn, wo der überhängende Orbitalrand sehr dazu beiträgt, die Wölbung tiefer erscheinen zu lassen. Auch nach

[1]) *χοάνη* Schmelzgrube, Trichter.

den Seiten ist die Rundung so stark, daß sie ganz unmerklich in die Seitenwände übergeht. Hier sind es nur die Knochennähte, welche das Stirnbein mit dem großen Keilbeinflügel einerseits, mit der Papierplatte des Siebbeines andererseits verbinden, die am Skelet eine Trennung zu machen erlauben. Die hinterste Ecke der oberen Orbitalwand wird vom kleinen Keilbeinflügel gebildet. Diese obere Wand ist im allgemeinen glatt (*107*). Vorne nahe der Gesichtsöffnung aber findet man an der lateralen Seite die Fossa glandulae lacrimalis für die obere Tränendrüse, an der medialen die Fossa trochlearis für die Rolle des M. obliquus superior. Die Dicke der oberen Wand ist sehr gering. Soweit die Stirnhöhlen nach hinten reichen, grenzt sie an diese, im übrigen an die vordere Schädelgrube.

In der Grenze zwischen oberer und medialer Wand finden sich die Foramina ethmoidalia anterior und posterior für die gleichnamigen Gefäße und Nerven.

Die mediale Wand (*114, 139*) ist entweder plan oder schwach nach der Augenhöhle hin gewölbt. Sie setzt sich aus drei Knochenplatten zusammen, deren größte, die Papierplatte des Siebbeins, in der Mitte liegt. Nach vorn schließt sich an sie das Tränenbein an, nach hinten trägt ein kleines Stück des Keilbeinkörpers zu ihrer Vervollständigung bei. Sie ist bei weitem die dünnste Wand der Orbita und so durchscheinend, daß man auch bei auffallendem Licht schon die Wände der Siebbeinzellen durchschimmern sieht. Alle Teile dieser Wand haben hinter sich Abteilungen des Nasenraumes.

Die untere Wand (*123*) wird im wesentlichen von der Facies orbitalis des Oberkieferkörpers gebildet; sie wird vorn und lateral durch eine zungenförmige Platte des Jochbeins, hinten durch den Proc. orbitalis des Gaumenbeines vervollständigt. Sie stellt eine fast ebene, nur sehr wenig konkave Platte dar, deren Fläche medial am höchsten steht und sich nach vorn und lateral abwärts neigt. Zuweilen findet man diese Wand gleichsam durch eine Aufblähung der Kieferhöhle in das Innere der Orbita hinein vorgewölbt. Mit der medialen Wand ist sie durch eine einfache Naht verbunden und grenzt lateral an die Fissura orbitalis inferior an. Über ihre Fläche verläuft der Sulcus infraorbitalis für N. und A. infraorbitalis. Die untere Wand ist nicht dicker als die obere, sie deckt die Kieferhöhle, nur unter ihrem medialsten Teil befinden sich die Cellulae maxillares des Siebbeines.

Die laterale Wand der Augenhöhle (*139*) wird hinten von der Ala magna des Keilbeines, vorn von der orbitalen Platte des Jochbeines gebildet. Der Keilbeinteil ist durch die beiden Fissurae orbitales von der oberen und unteren Wand getrennt. Soweit die beiden Fissuren reichen, ist die Fläche der Wand plan, weiter vorn geht sie dann gewölbt in die anstoßenden Wände der Orbita über. Ihre Oberfläche ist im ganzen glatt, nur in unmittelbarer Nähe der hinteren Ecke findet man die Spina recti lateralis (S. 53). Weiter vorn trifft man auf die Öffnung der Kanälchen oder auf die Rinnen des N. zygomaticus und seiner Äste. Die laterale Wand ist bei weitem die kräftigste. (M.)

Der Augenhöhlenrand ist den Wänden der Orbita gegenüber beträchtlich verdickt. An der lateralen Seite ist er ausgeschnitten und tritt dadurch zurück, an der medialen nimmt er die Tränensackgrube, Fossa sacci lacrimalis dadurch in sich auf, daß er nicht zum Ring geschlossen ist, sondern eine langgezogene Spirale bildet. Der untere Rand beginnt mit der Crista lacrimalis anterior, der obere endigt mit der Crista lacrimalis posterior. Die Form der Gesichtsöffnung der Orbita ist individuell sehr verschieden; durch ein Überhängen des oberen Augenhöhlenrandes macht sie gewöhnlich einen breiteren Eindruck als die dahinter liegende Augenhöhle selbst. An

die Incisura frontalis und supraorbitalis für die gleichnamigen Gefäße und Nerven sei erinnert. Den Augenhöhlenrand kann man in seinem ganzen Umfang durch die Haut fühlen, auch die Sutura zygomaticofrontalis ist deutlich.

Vom Hintergrund der Orbita sind noch die drei dort befindlichen Öffnungen zu erwähnen (*146*). Das Foramen opticum, welches die Spitze des Kegels bildet, ist eigentlich ein kurzer Kanal, welcher sich nach vorne trichterförmig erweitert, um dort Platz für den Ansatz der Sehnen der Augenmuskeln zu bieten. Die Fissura orbitalis superior ist von keulenförmiger Gestalt, das spitze Ende lateral, das stumpfe medial gerichtet; letzteres ist nur durch eine dünne Knochenspange vom Foramen opticum getrennt. Sie führt, wie bekannt, in die mittlere Schädelgrube. Die Fissura orbitalis inferior ist länger, als die superior. Sie konvergiert nach hinten mit dieser und fließt zuletzt mit ihr zusammen. Meist ist sie im Gegensatz zur oberen an ihrem lateralen Ende keulenförmig erweitert. Sie führt an ihrem medialen Ende in die Fossa pterygopalatina, im übrigen in die Fossa infratemporalis hinein. Durch sie gelangt der N. infraorbitalis mit seiner Begleitarterie und der N. zygomaticus in die Augenhöhle, Venen treten aus ihr in die Infratemporalgrube.

### Die Ohrenhöhle, Cavum auris,

ist weitaus die kleinste der Höhlen des Gesichtes; sie gehört ihm auch nur sehr bedingt an, da ihr größter und ausschlaggebender Teil dem Primordialcranium entstammt und in dem Felsenbein liegt, welches der Schädelbasis angehört. Es sei deshalb hier nur gesagt, daß es von außen her im Porus und Meatus acusticus externus, von der Schädelhöhle aus im Porus und Meatus acusticus internus und vom Schlund her im Canalis musculotubarius zugänglich ist. Im Innern trennt es sich in die Paukenhöhle, Cavum tympani (*99, 101*), und das Labyrinth, Labyrinthus osseus. Für alles Nähere sei auf die Beschreibung des Gehörorgans im ganzen verwiesen.

### Mundhöhle, Cavum oris.

Ihr Skelet ist äußerst unvollständig (*141*). Die Decke wird gebildet vom harten Gaumen und der äußere Umfang vom Unterkiefer; weder hinten noch unten sind knöcherne Gebilde vorhanden. Der knöcherne Gaumen setzt sich aus dem Gaumenfortsatz des Oberkiefers und der horizontalen Platte des Gaumenbeines zusammen. Seine kuppelförmige Wölbung ist in allen Dimensionen individuell sehr verschieden. Er zeigt eine Oberfläche, welche von hinten nach vorne rauher und unebener wird. Vom Foramen palatinum majus erstrecken sich vorwärts und etwas medianwärts eine oder mehrere Rinnen, welche die aus dem genannten Loch austretenden Nerven und Gefäße aufnehmen. Ganz vorne dicht hinter den mittleren Schneidezähnen läßt das Foramen incisivum das Ende des N. nasopalatinus mit den ihn begleitenden Gefäßen auf den Gaumen übertreten. Eine Beschreibung des auf der Innenseite des Unterkiefers Bemerkenswerten soll hier nicht wiederholt werden (vgl. S. 82).

Außer diesen in erster Linie zu nennenden Höhlen des Gesichtsschädels sind an seinen beiden Seitenflächen noch solche vorhanden, welche eine weniger selbständige Bedeutung haben, insoferne, als sie, wie oben bemerkt, nur Muskeln, Nerven und Gefäße enthalten, welche für den Inhalt jener bestimmt sind. Man unterscheidet ihrer drei, obwohl sie ohne scharfe Grenze ineinander übergehen.

### Schläfengrube, Fossa temporalis (*139*).

Sie greift weit auf die Außenfläche des Hirnschädels nach oben über, indem sie sich dort bis zur Linea temporalis inferior erstreckt. Unten wird sie begrenzt von der Linea infratemporalis, vorne reicht sie bis an die Wand der Augenhöhle; außen ist sie überbrückt von dem Jochbogen. Von unten ragt in sie empor der Processus coronoideus des Unterkiefers. An ihrem Aufbau beteiligen sich Jochbein, Stirnbein, Scheitelbein und Schuppe des Schläfenbeines. Der obere ganz flache Teil wird als Planum temporale (*140*) von dem unteren tieferen, der eigentlichen Fossa, unterschieden, doch ist eine Grenze zwischen beiden nicht vorhanden. Die Wand der Schläfengrube zeigt in manchen Fällen leichte Prominenzen, welche unterliegenden Hirnwindungen entsprechen können (Schwalbe 1902), aber nicht müssen (F. W. Müller 1908). Für die Praxis dürften sie nur geringe Bedeutung haben. Der Hauptinhalt der Schläfengrube ist der M. temporalis.

### Unterschläfengrube, Fossa infratemporalis (*140*).

Ist von der Schläfengrube nur durch die Linea infratemporalis getrennt. Ihre Decke wird vom großen Keilbeinflügel und einem kleinen Teil der Schuppe des Schläfenbeines gebildet, ihre laterale, unvollständige Wand vom Ast des Unterkiefers, ihre vordere von der Facies infratemporalis des Oberkiefers, ihre mediale von der lateralen Platte des Processus pterygoideus. Nach hinten und unten ist sie offen. Sie enthält die Mm. pterygoidei, die A. maxillaris interna und die Äste des N. mandibularis.

### Flügelgaumengrube, Fossa pterygopalatina[1]) (*147*).

Zwischen Oberkiefer und Processus pterygoideus. Sie entsteht dadurch, daß sich der letztere nur mit seinem unteren Ende an den ersteren anlegt, während nach oben ein Spalt zwischen beiden vorhanden ist, der sich bis zur Schädelbasis allmählich verbreitert. An ihrer lateralen Seite öffnet sich die Grube in die Unterschläfengrube, an ihrer medialen Seite wird sie durch den perpendikulären Teil des Gaumenbeines verschlossen, vorne ist sie begrenzt vom Tuber maxillare des Oberkiefers, hinten von der Facies sphenomaxillaris des großen Keilbeinflügels. So enge, wie sie ist, so enthält sie doch wichtige Gebilde und zwar das Ende der A. maxillaris interna, welche von der Unterschläfengrube her, und den N. maxillaris, welcher durch das Foramen rotundum in sie eintritt. Beide entsenden von hier aus gemeinsam ihre Zweige und zwar nach unten durch den Canalis pterygopalatinus zum Gaumen, nach vorne durch die Fissura orbitalis inferior in die Augenhöhle, nach hinten durch den Canalis pterygoideus (Vidii) zum Foramen lacerum, medianwärts durch das Foramen sphenopalatinum zur Nasenhöhle.

## c) Schädelformen.

So sehr der Schädel von den in und an ihm vorhandenen Weichteilen beeinflußt wird, so läßt sich ihm doch eine selbständige Bedeutung keineswegs absprechen. Es greifen eben, wie überall, alle den Körper aufbauenden Elemente harmonisch ineinander und beeinflußen sich gegenseitig. Ein großer Teil der Verschiedenheit in den Schädelformen kommt auf Rechnung der dem Skelet selbständig innewohnenden Bildungsenergie.

[1]) Fissura sphenomaxillaris.

Der individuellen Verschiedenheiten sind es so viele, wie Individuen, denn man kann sagen, daß kein Schädel dem anderen vollkommen gleicht, und betrachtet man nur eine Anzahl von solchen, dann staunt man, welchen charakteristischen Unterschieden im kleinen man begegnen kann, ohne daß sich die Formen im großen zu ändern brauchen.

Geschlechtsverschiedenheiten. Neben der individuellen Bildung übt auch das Geschlecht seine Wirkung auf die Schädelform aus, und hier sind es in vieler Hinsicht die Weichteile, welche ihren Einfluß auf das Skelet bemerkbar machen. Der weibliche Schädel ist kleiner und leichter als der männliche. Er steht in seiner Form dem kindlichen näher, als der männliche, bildet gewissermaßen ein Zwischenglied zwischen beiden. Der weibliche Schädel zeigt eine geringere Höhe, er ist mehr in die Breite entwickelt. Sein Hinterhaupt aber ist länger, als das des Mannes. Die Schädelbasis der Frau ist schmäler und kürzer, das Gesicht kleiner als das des Mannes und dabei orthognath. Da sich das Gesicht oben an den breiten Gehirnteil ansetzt, so findet man die Nasenwurzel des Weibes relativ breit, die Orbitae geräumig. Da andererseits aber der ganze weibliche Respirationsapparat in allen seinen Teilen eine geringere Ausbildung zeigt, so sind auch die Choanen enger und niederer, die Kieferhöhlen und damit der ganze Kieferapparat weniger entwickelt. Auch die Stirnhöhlen sind zumeist wenig geräumig. Die Scheitelgegend ist im Bereich zwischen den vier Tubera meist merklich abgeflacht. Die Abflachung geht ziemlich plötzlich einerseits in die senkrechte Stirnlinie, andererseits in die abfallende Linie des Hinterhauptes über, so daß beiderseits mehr oder weniger winkelige Biegungen entstehen (*150*). Der Grund dieser Erscheinung liegt in Knickungen des Stirn- und Scheitelbeines, nicht etwa in der Beschaffenheit der Tubera. Diese letzteren treten vielmehr beim weiblichen Schädel sehr zurück, was man in der Vorder- und Rückansicht zu konstatieren vermag, wo man bei der Frau einen völlig gerundeten Kontur wahrnimmt, während die kräftig hervortretenden Tubera parietalia den Männerschädel eckig erscheinen lassen (M.).

Rassenverschiedenheiten (*149—153*). Ferner ist der Stammes- und Rassenverschiedenheiten zu gedenken. Man unterscheidet verschiedene Formen des Hirnschädels, Langschädel, Dolichocephalen [1]), mittellange Schädel, Mesocephalen, Kurzschädel, Brachycephalen [2]), ferner Flachschädel, Chamaecephalen [3]), mittelhohe Schädel, Orthocephalen [4]), Hochschädel, Hypsicephalen [5]). Beim Gesichtsschädel spricht man von niederen und breiten Gesichtern (Brachyprosopie [6]), Chamaeprosopie), von hohen und schmalen (Dolichoprosopie, Leptoprosopie [7])). Man hat natürlich auch die Höhlen des Gesichtes im einzelnen genau auf ihre Verschiedenheiten untersucht. Man hat ferner untersucht, ob die Kiefer mehr oder weniger schnauzenförmig vortreten und hat danach die Schädel eingeteilt in prognathe [8]) und orthognathe. Endlich wird auch die Kapazität der Schädelhöhle verglichen.

---

[1]) *δολιχός* lang.
[2]) *βραχύς* kurz.
[3]) *χαμαί* am Boden, niedrig.
[4]) *ὀρθός* richtig, schicklich.
[5]) *ὕψι* oben, empor.
[6]) *πρόσωψις* Antlitz.
[7]) *λεπτός* dünn, mager.
[8]) *γνάθος* Kinnbacken.

Um von den verschiedenen Formen einen klaren und exakten Ausdruck zu gewinnen, bedient man sich der Messung und zwar wendet man außer der Vergleichung der absoluten Maße mit großem Nutzen Verhältniszahlen, Indices, an. Man berechnet sie aus einer Gleichung A : B = 100 : x, wobei A das gewöhnlich größere, B das gewöhnlich kleinere Maß ist.

Es würde zu weit führen, wenn hier die für die Messungen benützten Punkte, ihre Ausführung und ihre Resultate angegeben werden sollten. Interessenten seien verwiesen auf E. Schmidt, Anthropologische Methoden, Leipzig 1888, A. v. Török, Grundzüge einer systematischen Craniometrie, Stuttgart 1890 u. a. m.

### d) Knochenstruktur.

Eine gleichmäßige Struktur zeigt die Calvaria, an ihr findet man durchweg eine äußere und innere Corticalis, Lamina externa und interna und dazwischen eine Diploe (*148*). Die Mächtigkeit der Knochen ist am Scheitel geringer als nach der Stirne und besonders nach dem Hinterhaupt zu, aber größer als in der Schläfengegend. Bemerkenswert ist es, daß die Knochenstärke der Calvaria nicht mit der des übrigen Skeletes in gleichem Schritt zu gehen braucht; zuweilen ist sie bei einem im allgemeinen robusten Knochenbau außerordentlich dünn. Die Elastizität der Knochen des Schädeldaches ist erheblich. Sie sind blutreich; in ihrer Diploe sind Kanäle ausgespart, in welchen Venae diploicae verlaufen, welche jedoch außerordentlich variabel sind. Außen das Periost (Pericranium) und innen die Dura mater sind feste Membranen, hängen aber mit den Knochen nicht allzu innig zusammen.

Die Struktur der Schädelbasis und des Gesichtsskeletes steht in einem gewissen Gegensatz zu der der Calvaria. Schon aus der Einzelbeschreibung geht hervor, daß dort die Dicke der Knochen je nach der Stelle von Papierdünne bis zu einer Dicke von 2 cm wechselt. Sehr dünne Stellen sind zu Usuren geneigt. Auch individuell schwankt die Dicke, bei dem einen Schädel sind die Knochen schwer, massiv, derb, bei dem anderen leicht, grazil, sehr dünn. Man findet auch manchmal am ganzen Schädel, einschließlich der Calvaria, die Knochen sehr dick, dabei aber doch leicht; es ist dann ihre Struktur eine porösere, als gewöhnlich. Besonders dünne Stellen der Basis sind die Impressiones digitatae der vorderen Schädelgrube, die Stelle der Gelenkgrube des Unterkiefers und die Tiefe der hinteren Schädelgrube. Sehr stark und widerstandskräftig ist der Körper des Hinterhauptsbeines und die Stelle der Condylen des Hinterhauptes. Der festeste und zäheste Knochen der ganzen Basis ist die Kapsel des Gehörlabyrinthes.

Die Höhlen des Gesichtsskeletes sind sehr dünnwandig und würden dadurch einwirkenden Gewalten wenig Widerstand leisten, die zarten Knochen würden sogar schon durch die physiologische Arbeit des Kaugeschäftes gefährdet sein, wenn nicht doch feste Stützen vorhanden wären, welche dem entgegen wirken. In erster Linie ist daran zu erinnern, daß der die Zähne tragende Alveolarteil an sich einen dicken Bogen bildet, welcher außerdem durch die quere Spreize des kräftigen harten Gaumens eine bedeutende Festigung erfährt. Außerdem sind auch noch pfeilerartige Verstärkungen vorhanden, welche die Tätigkeit der am stärksten benützten Zähne sichern. Vom Eckzahn und ersten Prämolarzahn zieht sich eine festere Knochenstrebe aufwärts nach dem Stirnfortsatz des Oberkiefers, und dieser stemmt sich an die vordere Schädelbasis an. Vom ersten Molarzahn aus, welcher von allen der stärkste und zur größten Kraftleistung verwendete ist, geht eine sehr kräftige Stütze aufwärts zum

Jochbein, von welchem dann der Druck nach oben auf den Processus zygomaticus des Stirnbeines, nach vorn auf den unteren Augenhöhlenrand und nach hinten auf den Jochbogen abgeleitet wird.

Der Augenhöhlenrand ist am wenigsten gefährdet an seiner medialen Seite, wo er durch die vorspringende Nase geschützt wird, am meisten an seiner ganz freiliegenden oberen und lateralen Seite; er ist dort auch am stärksten und widerstandskräftigsten.

Das Periost der Basis und der Gesichtsknochen ist im allgemeinen dünn und mit dem Knochen fest verbunden. Nur in der Augenhöhle (Periorbita), besonders an deren Boden, ist es derb und leicht abzulösen.

Vom Unterkiefer wurde bereits oben (S. 84) berichtet.

Die ernährenden Gefäße stammen für die Schädelbasis von der A. meningea posterior, A. carotis interna, A. meningea anterior und ethmoidalis. Dieselben senden auch Zweige zum Schädeldach empor; die wesentlichste Arterie für die Calvaria ist aber die A. meningea media. Das Schädeldach erhält auch Gefäße von dem engen Geflecht, welches von den Arterien der Kopfschwarte gebildet wird. Die Venen (Venae diploicae) ergießen sich in die Sinus durae matris. Die Gesichtsknochen werden von den Aa. maxillares externa und interna und ihren Ästen versorgt.

### e) Nähte, Schaltknochen, Fontanellen.

Die Nähte sind die Stellen, von welchen aus in der Jugend die Knochen wachsen, sie sind deshalb für die ungehinderte Vergrößerung und Ausbildung des Schädels von großer Bedeutung. In einer Anzahl von Fällen führen sie mitten durch Löcher und Kanäle, so daß auch diese an den Vorteilen einer erleichterten Vergrößerung teilnehmen. Doch darf nicht verschwiegen werden, daß eine Umformung auch ganz ohne Mitwirkung von Nähten vor sich gehen kann, daß auch Löcher und Kanäle sich vergrößern und von ihrer Stelle rücken können, ohne daß sie mit Nähten in Beziehung stehen; es muß dann neben der osteoblastischen Tätigkeit die Kleinarbeit der Osteoklasten eine intensivere sein, als es beim Vorhandensein von Nähten nötig wäre.

Die Beschaffenheit und der Verlauf der Nähte ist verschieden. Oben (S. 7) wurde davon gesprochen, daß man eine Sutura serrata, S. squamosa und Harmonia unterscheidet. Bei der Zahnnaht greifen vorspringende, eichenblattähnliche Zacken der beiden verbundenen Knochen ineinander, und zwar sind sie an der Außenseite des Schädels immer stärker ausgeprägt, als an der Innenseite. Bei der Schuppennaht decken sich die zugeschärften Ränder schuppenförmig, bei der Harmonia legen sich die gar nicht oder nur wenig geschlängelten Ränder einfach aneinander. Die gezackten Nähte sind am besten ausgeprägt an der Schädeldecke, durch Harmonie sind die meisten Gesichtsknochen miteinander verbunden, eine Schuppennaht ist am reinsten ausgesprochen an der Schuppe des Schläfenbeines.

Der Verlauf der Nähte ist am einfachsten an der Calvaria, dort ist eine mediane Naht vorhanden, die Pfeilnaht, Sutura sagittalis[1]), welche sich in die Stirnnaht, Sutura frontalis fortsetzt, wenn dieselbe erhalten ist. Ein zweites sagittales Nahtsystem verläuft seitlich. Es erstreckt sich am unteren Rand des Stirn- und Scheitelbeines hin. Auf diesen sagittalen Nahtlinien stehen im rechten Winkel vorne die Kranznaht, Sutura coronalis[2]), zwischen Scheitel- und Stirnbein

[1]) Sutura parietalis.

[2]) Unterhalb der Lineae temporales wandelt sie sich aus einer Sutura serrata in eine Sutura squamosa um (Parsons 1906).

und die Lambdanaht, Sutura lambdoidea, zwischen Scheitel- und Hinterhauptsbein. An der komplizierter zusammengesetzten Schädelbasis und besonders im Gesicht verlaufen die Nähte weniger einfach, stellenweise so, daß es nicht leicht ist, ihre mechanische Bedeutung klarzulegen.

Was die Benennung der Nähte anlangt, so haben nur wenige von ihnen besondere Namen, und zwar: Sutura sagittalis, coronalis, lambdoidea, Sutura squamae temporalis, internasalis, palatina mediana und transversa, alle anderen werden nach den Knochen benannt, welche sie verbinden, z. B. Sutura sphenoethmoidalis, zygomaticomaxillaris usw. Es ist ganz unnötig, sie im einzelnen aufzuzählen.

Gewisse Kreuzungspunkte von Nähten beanspruchen, besonders für die Zwecke anthropologischer Messung, Bedeutung; man hat sie deshalb nach Brocas Vorschlag mit eigenen Namen belegt (*149*):

Bregma, Stelle, an welcher Pfeilnaht und Kranznaht zusammentreffen.

Lambda, Stelle, an welcher die beiden Schenkel der Lambdanaht mit der Pfeilnaht zusammentreffen.

Stephanion, Kreuzungspunkt der Kranznaht und der Lineae temporales.

Pterion, die Gegend, in welcher Stirnbein, Scheitelbein, Schläfenschuppe und Spitze des großen Keilbeinflügels zusammenkommen.

Asterion, Kreuzungspunkt der Lambdanaht mit den beiden Abschnitten der Naht des Warzenteiles des Schläfenbeines.

Nasion, Kreuzungspunkt der Sutura nasofrontalis und internasalis.

Unter dem Namen Schaltknochen, Ossa epactalia [1]), hat man kleine Knochen von verschiedener Bedeutung zusammengefaßt. 1. Teile von Knochen, welche sich dadurch abtrennen, daß gewöhnlich transitorische Nähte bestehen bleiben. Unter ihnen ist besonders die Naht hervorzuheben, welche das Os interparietale der Schuppe des Hinterhauptsbeines von dem knorpelig präformierten Teil scheidet (Os Incae, S. 50). Auch kann eine mediane Naht das Os interparietale in zwei symmetrische Stücke teilen. 2. Eigentliche Nahtknochen, Ossa suturarum, das heißt Knochen, welche im Verlauf der Nähte aus besonderen kleinen Ossifikationspunkten hervorgehen. Man kann sie gelegentlich fast in jeder Naht des Hirn- wie des Gesichtsschädels finden. In einer Reihe von Fällen erscheinen sie bilateral symmetrisch. Oft sind sie sehr klein, oft aber können sie auch eine erheblichere Größe erlangen. Nicht überall erscheinen sie gleich häufig, am häufigsten und in größter Zahl trifft man sie in der Lambdanaht. 3. Knocheninseln, welche inmitten einer sonst soliden Knochentafel eingesprengt sind. Man findet sie nur selten. Zuweilen werden sie vorgetäuscht durch Nahtzacken, welche vom Nachbarknochen her eindringen und in der Nähe der Naht dann aus der Tiefe auftauchen. Bei starkem Hydrocephalus beobachtet man oft eine überaus große Zahl von Schaltknochen in den Nähten des Hirnschädels.

Die Altersunterschiede der Nähte sind erheblich. Beim Neugeborenen sind sie meist noch mangelhaft ausgebildet, besonders gilt dies für die Nähte des Schädeldaches. Da wo die Winkel der Scheitelbeine mit den benachbarten Knochen zusammenstoßen, ist bei ihnen und auch den letzteren die Ossifikation so weit zurück, daß der Schädel Lücken zeigt, welche noch durch die ursprüngliche häutige Anlage verschlossen sind. Sie heißen Fontanellen, Fonticuli, sie spielen in der Geburtshilfe eine bedeutende Rolle (*151*). Die Stirnfontanelle, Fonticulus frontalis, die größte derselben, ist an der Stelle des Bregma (s. oben) zu suchen. Sie hat die Gestalt eines Papierdrachens mit nach vorne gerichtetem spitzem Ende. Ihre größte Länge bei reifen Früchten ist im Mittel 30 mm, ihre größte Breite 24 mm. Die Hinterhauptsfontanelle, Fonticulus occipitalis, ist meist kein eigentlicher Knochendefekt, sie besteht viel-

[1]) Ossa suturarum, intercalaria, triquetra, raphogeminantia, Wormiana.

mehr aus einer dreihörnigen Spalte an der Spitze der Lambdanaht, welche jedoch deutlich fühlbar ist. Die vordere Seitenfontanelle, Fonticulus sphenoidalis [1]), zwischen Scheitelbein und großem Keilbeinflügel ist eine längliche, horizontal gestellte Spalte. Sie ist deshalb ohne praktische Bedeutung, weil sie unter dem M. temporalis verborgen ist. Die hintere Seitenfontanelle, Fonticulus mastoideus [2]), ist ein unregelmäßig buchtiger Spalt zwischen Scheitelbein, Schuppe und Warzenteil des Schläfenbeines. Ihre praktische Bedeutung steht hinter der der Scheitelfontanellen zurück. Am längsten bleibt die Stirnfontanelle offen, sie schließt sich normalerweise in der ersten Hälfte des zweiten Lebensjahres.

Zu erwähnen ist weiter, daß bei Neugeborenen das Os interparietale noch durch Spalten, welche sich von der hinteren Seitenfontanelle aus in den Knochen hineinziehen, teilweise vom unteren Teil der Schuppe getrennt ist. Man hat sich zu hüten, sie für pathologische Fissuren zu halten. Auch von der Spitze der Lambdanaht geht eine feine Spalte in den Knochen hinein. Erst im Laufe des zweiten Lebensjahres beginnen an den Zahnnähten die Zacken zu erscheinen und zwar zuerst an der Lambdanaht.

In höherem Alter schließen sich die Nähte und zwar in der Regel erst nach Überschreitung der mittleren Lebensjahre. Die Obliteration tritt zuerst an der Innenseite auf und greift erst später nach außen über. Den Anfang pflegt die Pfeilnaht zu machen, die Kranznaht ist meist die letzte Naht, welche ergriffen wird. Bei außereuropäischen Rassen erfolgt die Obliteration der Nähte nicht überall zu gleicherZeit und in gleicher Folge, wie bei Europäern (Hasebe 1909).

Altersunterschiede des Schädels. Dieselben sind auch, abgesehen von den eben behandelten Nähten, beträchtlich. Das Periost des Schädeldaches vom Neugeborenen ist relativ stark und leicht ablösbar. Es adhäriert später immer fester, am festesten im Greisenalter. Umgekehrt ist die Dura mater bei Kindern mit dem Knochen fester verbunden, als bei Erwachsenen. Die Dicke des knöchernen Schädeldaches wächst in den ersten Lebensjahren langsam, dann rascher, mit den zwanziger Jahren ist das Dickenwachstum vollendet. In hohem Alter zeigt der Schädel außer dem schon erwähnten Verstreichen der Nähte noch einen weitgehenden Schwund von Knochensubstanz, dünne Platten usurieren sogar vollständig. Der Schädel wird dabei auffallend leicht.

Beim Neugeborenen sind Gehirn und Sinnesorgane in ihrer Ausbildung schon weit fortgeschritten, „während der dem Respirations- und Verdauungsapparat angehörige Teil des Kopfes noch wenig ausgebildet ist. Demgemäß ist auch der Hirnschädel, der das Ohr beherbergende Knochen (Schläfenbeinpyramide), die Orbita, der obere Teil der Nase in der Entwickelung relativ vorgeschritten, während der eigentliche Kieferapparat noch stark zurückgeblieben ist. Dabei sehen die Kiefer wegen der in ihnen enthaltenen Zahnanlagen wie geschwollen aus. Der knöcherne äußere Gehörgang fehlt, statt seiner ist nur ein zarter Knochenring vorhanden. Stark hervorragende Höcker an Stirn- und Scheitelbein lassen den Schädel bei der Betrachtung von oben fast viereckig erscheinen. Im übrigen bringt es die Kleinheit des Gesichtes, das Fehlen der später entwickelten Höcker und Fortsätze mit sich, daß sich die ganze Schädelform weit mehr der Kugel nähert, als dies später der Fall ist.

Die Weiterentwickelung des Schädels nach der Geburt zerfällt in zwei Wachstumsperioden. Die erste reicht von der Geburt bis etwa zum siebenten Lebensjahre. Nun folgt ein völliger Stillstand aller Teile bis zum Eintritt der Pubertät. Mit diesem Zeitpunkte tritt die zweite Wachstumsperiode ein, welche bis zur vollkommenen Ausbildung des Schädels dauert. Die erste Periode zerfällt in drei Phasen: In der ersten Phase (Geburt bis Schluß des ersten Lebensjahres) ist das Wachstum fast in allen Teilen des Schädels ein gleichmäßiges. In der zweiten Phase (zweites bis fünftes Jahr) wölbt sich Hinterhaupts- und Scheitelgegend. Die Schädelkapsel verbreitert sich zugleich in allen Teilen bedeutend, auch das Gesicht wächst in die Breite. Die Basis verlängert sich immer weniger. In der dritten Phase (sechstes bis siebentes Jahr) tritt ein umgekehrtes Verhältnis ein. Die Knochen der Decke wachsen nur sehr unbedeutend, dagegen verlängert sich die ganze Schädelbasis. Damit steht im Zusammenhang eine stärkere Tiefenentwickelung des Gesichtes, welches auch an Länge zunimmt. Mit Ende der ersten Wachstumsperiode ist die Länge des kompakten Grundbeinkörpers vollendet, ebenso die Größe des Foramen magnum und die Breite zwischen den beiden Proc. pterygoidei. Auch haben das Felsenbein und die horizontale Platte des Siebbeines ihre definitive Größe erreicht.

---

[1]) Fonticulus lateralis anterior.
[2]) Fonticulus lateralis posterior.

Die zweite mit der Pubertät beginnende Periode bringt eine Verlängerung der Gesichtsbasis, an welche sich einerseits eine kräftige Entwickelung des Stirnbeines, andererseits eine Vertiefung des Gesichtes anschließt. Der ganze Schädel verbreitert sich stark und zwar in beiden Abteilungen allseitig. Der Jochbogen krümmt sich stärker. Das Gesicht verlängert sich bis zur definitiven Ausbildung" (M.-H.). (Fr. Merkel, 1882.) Das Längenwachstum des Schädels allein behandelt Neumayer (1909). Dem Greisengesicht verleiht das Fehlen der Zähne und der Alveolarfortsätze ein höchst charakteristisches Aussehen.

Varietäten. Von den überaus zahlreichen individuellen Verschiedenheiten des Schädels war schon die Rede. Außer ihnen ist zu erwähnen eine große Neigung zur Asymmetrie, doch kompensieren sich die Unregelmäßigkeiten oft so gut, daß sie erst bei genauerer Betrachtung bemerkt werden. Eine Anzahl von Varietäten steht an der Grenze der Pathologie, und zwar solche, bei welchen Nähte, welche offen bleiben sollen, schon in frühem Alter verstreichen. Der Schädel kann dann dort nicht mehr wachsen, sondern muß sich von anderen Nähten aus kompensatorisch vergrößern, um dem sich ausdehnenden Gehirn den nötigen Platz gewähren zu können. Obwohl dabei das Gehirn eine von der gewöhnlichen Form sehr abweichende Gestalt annimmt, bleibt es doch in seinem inneren Bau und in seinen Funktionen durchaus intakt. Bei einer prämaturen Verwachsung der quer verlaufenden Nähte entsteht ein Turmkopf, Thyrsocephalus [1]), bei Verwachsung der Sagittalnaht ein Kahnkopf, Scaphocephalus. Eine vorzeitige Verwachsung der Nähte des Pterion kann eine halbringförmige Einziehung in der Gegend der Coronarnaht hervorrufen. Der sehr häufig vorkommende Sattelkopf, Clinocephalus, entsteht dadurch, daß in der Gegend des Bregma eine leichte Vertiefung auftritt, welche auf eine mangelhafte Ossifikationstätigkeit in der Gegend der ehemaligen Stirnfontanelle hinweist. An dieser Stelle findet man auch relativ häufig einen Nahtknochen (Fontanellknochen), ein Zeichen dafür, daß gerade hier leicht Störungen eintreten. Die Nahtknochen in der Lambdanaht können eine so erhebliche Zahl und Größe erreichen, daß sie wie Spreizen das Hinterhaupt vom Scheitel abdrängen, so daß ein stufenförmiger Absatz zwischen beiden entsteht, welcher auch am Lebenden sehr wohl sichtbar ist: Stufenkopf, Bathrocephalus.

In seltenen Fällen wird eine weitgehende Störung des Verknöcherungsvorganges verbunden mit Defekten einzelner Schädelknochen beobachtet; sie ist merkwürdigerweise verbunden mit Störung der Entwickelung des Schlüsselbeines (Dysostosis cleidocranialis, Hultkrantz 1909).

Zuletzt sei auch der Cribra cranii (Koganei 1911) gedacht, welche an der Grenze pathologischer Bildungen stehen. Es sind dies kleine geschlängelte Furchen, welche netzförmig miteinander verbunden sind und als kleinere oder größere meist matt erscheinende Flecken auftreten. Zuerst wurden sie von Welcker an dem Augenhöhlendach (Cribra orbitalia 1888) beobachtet. Sie kommen auch im Inneren der Schädelhöhle vor, am Stirnbein, Scheitelbein, Hinterhauptsbein. Bei Kindern findet man sie öfter als bei Erwachsenen.

Praktische Bemerkungen. Nicht allein die erwähnten vorzeitigen Verwachsungen von Nähten können die Form des Schädels stark beeinflussen, sondern auch Rachitis. Der weiche Knochen wird an den Condylen durch die Wirbelsäule gestützt und in seiner Lage gehalten, davor und dahinter aber sinkt er herunter, wodurch der Clivus sehr steil gestellt und das Foramen jugulare zusammengedrückt wird. Das Emissarium mastoideum erweitert sich dann abnorm, um den Abfluß des Blutes aus dem Sinus transversus bewältigen zu können. Auch andere Emissarien, die ja als Sicherheitsventile für die venöse Circulation in der Schädelhöhle zu betrachten sind, können gelegentlich erheblich erweitert sein, ohne daß man freilich bei dem zufälligen Befund an mazerierten Schädeln den eigentlichen Grund dafür erkennen könnte. Solche erweiterte Venenöffnungen bringen gewisse Gefahren mit sich.

Besonders große praktische Bedeutung haben die Verletzungen und Frakturen des Schädels. Dabei verhalten sich seine drei Teile: Calvaria, Basis und Gesicht, verschieden, nicht allein der Lage wegen, welche bei der Basis eine wohlgeschützte ist, sondern auch in bezug auf ihre verschiedene Struktur. Bei der Calvaria kommt es in erster Linie darauf an, ob sie dünn oder dick ist, ob sie eine stärker oder schwächer ausgebildete Diploe besitzt. Ein Schlägerhieb, welcher bei normaler Dicke nicht einmal die Lamina externa gespalten hätte, drang einem Studenten durch die fast kartenblattdünne Calvaria tief ins Gehirn. Man hat sich auch daran zu erinnern, daß gelegentlich eine erhebliche lokale Verdünnung des Schädeldaches durch andringende Arachnoidealzotten hervorgebracht werden kann. Bei einem unglücklichen Zufall könnte eine Ver-

[1]) Oxycephalus.

letzung gerade eine solche Stelle treffen. Auch die oft weiten diploischen Venen können Gefahren mit sich bringen, an welche man nicht immer zu denken pflegt. An denen der Stirne hat man Varicen gesehen.

Die Schädeldecke verhält sich andringenden Gewalten gegenüber wie eine homogen gebaute Kuppel; die dünnste Stelle in der Schläfengrube ist durch das darüber liegende Muskelpolster geschützt. Die Nähte sind für Verletzungen ohne Einfluß; Art und Verlauf von Frakturen wird in der Regel nur durch die Stärke und Richtung der einwirkenden Gewalt bestimmt. Die verzahnte Art der Nähte bildet im Gegenteil einen Schutz gegen ihre Trennung. Ihr mäandrischer Verlauf ist zu beachten, um sie nicht mit etwa vermuteten Fissuren zu verwechseln. Auch wenn man sie an ungewohnter Stelle findet, brauchen sie nicht zu überraschen, da sie sehr wohl einem Schaltknochen angehören können.

Die Elastizität der Calvaria ist zwar individuell verschieden, aber wie erwähnt, bedeutend; bei Kontinuitätstrennungen können Haare, Kugelfragmente, Hutfetzen u. dgl. mehr in die Spaltöffnung oder durch sie in die Schädelhöhle eindringen. Beim Aufhören der Gewaltwirkung schnappen dann vielleicht die Ränder der Öffnung wieder zu und man findet nur eine scheinbar geringfügige lineare Fissur. Brüche können durch übermäßige Biegung oder Pressung entstehen, übermäßige Dehnung kann Berstung veranlassen. Die Gewalteinwirkungen bedingen sowohl ein Eindrücken des Knochens, wie auch Sprünge in demselben. In beiden Fällen pflegt die äußere Corticaltafel in geringerem Umfang verletzt zu sein, wie die innere, ja es kann sogar vorkommen, daß die äußere Tafel aus der stattgehabten Verbiegung ohne Schaden in ihre ursprüngliche Form zurückkehrt, während bei der inneren die Elastizitätsgrenze überschritten wurde und sie eine Fissur trägt. Man hat deshalb für diese den Namen Glastafel, Lamina vitrea, gebraucht. Heute weiß man jedoch, daß die innere Tafel keineswegs brüchiger ist, wie die äußere, sondern daß die Aufhebung des Zusammenhanges des Knochens etwa so vor sich geht, wie wenn man einen Stock über dem Knie zerbricht (Teevan 1865). Hier entsteht an der freien, gedehnten Seite zuerst ein Riß und es erfolgt erst dann eine Knickung der vom Knie unterstützten, gedrückten. Die Richtigkeit dieser Anschauung wird dadurch erwiesen, daß eine weitergehende Splitterung der äußeren Tafel erfolgt, wenn die Gewalt von innen her einwirkt, wie z. B. wenn sich ein Mensch durch Schuß in den Mund entleibt.

Ebenso wie bei der Calvaria kann auch an der Basis jede Stelle von einer Fraktur betroffen werden. Sieht man aber von Fällen weitgehender Zertrümmerung ab, dann findet man, daß die kräftig gebauten Basisteile von Brüchen verschont bleiben; dieselben sind die großen Keilbeinflügel, der Clivus und das mittlere Drittel des Felsenbeines, welches die Schnecke enthält. Andererseits sind die dünnsten Stellen der Basis von den Frakturen besonders bevorzugt. In der vorderen Schädelgrube suchen sie sich ihren Weg durch die Lamina cribrosa oder seitlich zwischen den Juga cerebralia und kommen dann entweder in der Gegend des lateralen Endes der Fissura orbitalis super. oder noch gewöhnlicher im Foramen opticum an. Nach hinten setzen sie sich in das Foramen rotundum, ovale, spinosum fort. Der Türkensattel bricht am leichtesten in der Quere an der Grenze zwischen dickem und dünnem Knochen, also in der Gegend der Sattellehne und vorn, wo sich die Wurzeln des Processus clinoideus an ihn anstemmen und ihn verstärken. Die Seitenteile der mittleren Schläfengrube brechen am leichtesten in der Gegend der Unterkiefergelenkgrube, entweder davor oder dahinter an der Grenze des Tegmen tympani. Die Fissura sphenopetrosa ist für Fortleitung der Frakturen nach der Mittellinie hin sehr geeignet. Das Felsenbein bricht am häufigsten quer, seltener an seinem lateralen Ende. In der hinteren Schädelgrube lassen die Frakturen den medianen Stützbalken unberührt und ziehen sich durch die dünnen Seitenteile der Hinterhauptsschuppe. Entsteht ein Bruch in der Gegend des Hinterhauptsloches, dann umkreist derselbe von der dünnen Stelle über der Fossa condyloidea aus die Gelenkhöcker, um auf das Foramen jugulare zu treffen, von wo er quer durch das Felsenbein oder der Fissura petrooccipitalis folgend, zur Spitze der Schläfenbeinpyramide hinzieht (M.). Anspannung des Tentorium bei Pressung des Schädels kann zur Absprengung des Proc. clinoideus ant. oder der Sattellehne führen, auch die Spitze der Schläfenbeinpyramide kann abbrechen.

Direkte Verletzungen der Schädelbasis sind nur in sehr beschränktem Maße möglich und zwar kann von der Orbita her deren Dach z. B. durch einen Stich getroffen werden, es kann auch ein Instrument nach hinten durch die Fissura orbitalis sup. in die Schädelhöhle gleiten und dort schwere Verletzungen verursachen. In die Nase eingeführte Gegenstände können in der Carina nasi oder im Meatus nasi communis bis zur Lamina cribrosa gelangen und sie zertrümmern.

Das Gesichtsskelet ist schweren Verletzungen besonders durch Hufschläge ausgesetzt. An ihm erleiden die einzelnen Knochen am leichtesten Diastasen der Nähte, solche wurden in der

Mittellinie beobachtet, man hat gesehen, daß sich das Jochbein, daß sich der Oberkiefer aus seinen Verbindungen gelöst hat. Ohne gleichzeitige Frakturen pflegt es dabei freilich nicht abzugehen. Man hat sich auch an die erwähnten Stützen und Strebepfeiler zu erinnern, welche geeignet sind, gelegentlich einer Gewalteinwirkung erfolgreich Widerstand zu leisten. Der feste Bogen des Alveolarfortsatzes kann im ganzen vom übrigen Oberkiefer abgesprengt werden; daß dabei die Kieferhöhle eröffnet wird, versteht sich von selbst.

Von den für die Praxis in Frage kommenden Verhältnissen des Unterkiefers war oben S. 84 schon die Rede.

---

# III. Gliedmaßen, Extremitates.

Kein Wirbeltier besitzt mehr als zwei Extremitätenpaare, ein craniales, die Schultergliedmaßen, und ein caudales, die Beckengliedmaßen. Die freie Extremität setzt sich niemals direkt an das Rumpfskelet an, sondern stets durch Vermittelung eines Gürtels, Cingulum extremitatis, welcher in seiner einfachsten Form aus einem gekrümmten Stab besteht. Bei weiterer Ausbildung in der phylogenetischen Reihe zerfällt derselbe in drei von einem Mittelpunkt aus divergierende Stücke. Der Mittelpunkt selbst ist die Stelle, von welcher die freie Extremität ausgeht. Das Skelet dieser letzteren besteht im wesentlichen aus Stäben, welche sich in distaler Richtung vermehren. Von den zahlreichen Stabsystemen der Fischflossen bleibt in der Folge nur ein solches bestehen; es geht vom Gürtel ein einziger Stab aus, einerseits Oberarm, Humerus, andererseits Oberschenkel, Femur, an welchen sich zwei anschließen, welche man im ganzen als Unterarm, Antebrachium, und Unterschenkel, Crus, benennt. Die beiden Knochenstäbe des Unterarmes heißen Speiche, Radius, und Elle, Ulna, die des Unterschenkels, Schienbein, Tibia und Wadenbein, Fibula. Auf diese Knochenstäbe folgen als Zwischenglieder einige kurze Knochen, Handwurzel, Carpus, und Fußwurzel, Tarsus, an welche sich endlich die Stäbe der Fingerstrahlen und zwar im höchsten Falle ihrer fünf anschließen.

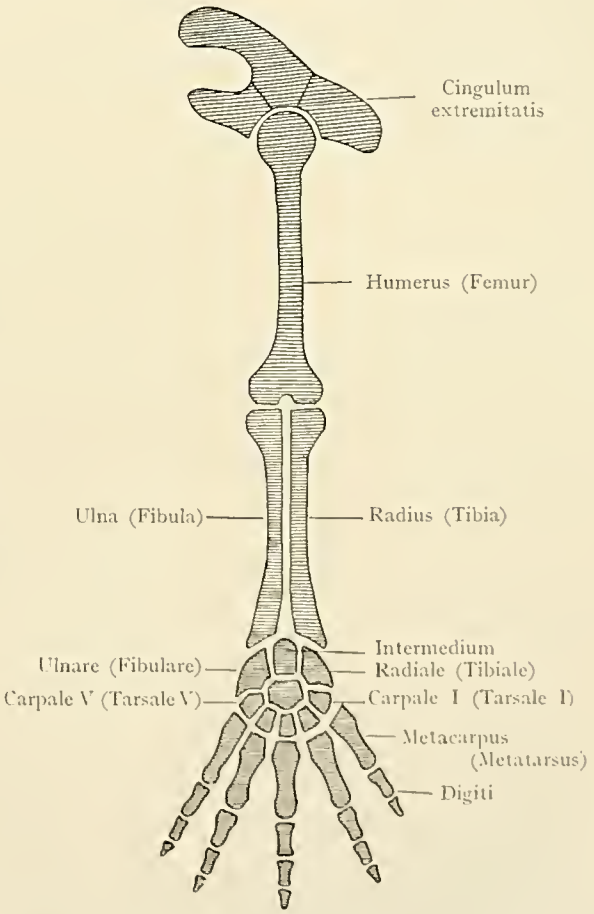



Fig. 2. Schema des Skeletbaues einer Extremität.

Als Grundtypus der Hand- und Fußwurzel ist es anzusehen, daß sich die Knochen, welche sie bilden, um ein Os centrale gruppieren. Die proximalen sind drei an Zahl, ein Os radiale (tibiale), ein Os intermedium und ein Os ulnare (fibulare); die distalen sind ebensoviel wie Fingerstrahlen, also fünf, Os carpale (tarsale) I—V. Die Fingerstrahlen zerfallen wieder in die Mittelhandknochen (Mittelfußknochen), Ossa metacarpi (metatarsi) und die Finger, Digiti, deren einzelne Glieder man als Phalanges bezeichnet.

Bei den einzelnen Tierarten sind die aufgezählten Teile keineswegs immer in reiner Form anzutreffen, die Erscheinung der Extremitäten wechselt vielmehr in genauem Zusammenhang mit der Funktion in weiten Grenzen sowohl im Gürtel, wie in der freien Extremität. Man findet hier eine exzessive Ausbildung, dort eine Reduktion bis zum völligen Verschwinden, man begegnet Verwachsungen und Verschiebungen.

Der aufrecht stehende und gehende Mensch benützt nur die unteren (hinteren) Extremitäten zur Fortbewegung, während die oberen (vorderen) zu Greiforganen ausgebildet sind. Um der ihr obliegenden Funktion gerecht zu werden, ist die erstere kräftig und fest gebaut und es kommt ihr eine bedeutende Stabilität zu, die letztere dagegen ist leichter und beweglicher; sie besitzt eine Anzahl sehr freier Gelenke, so daß man imstande ist, mit den Händen alle Teile der Körperoberfläche ohne Ausnahme zu erreichen.

## 1. Obere Extremität, Extremitas superior.

### a) Gürtel, Cingulum.

Er besteht aus dem Schulterblatt, Scapula, und dem Schlüsselbein, Clavicula. Das Schulterblatt setzt sich aus zweien der ursprünglichen Gürtelabteilungen zusammen, aus dem eigentlichen Schulterblatt und aus dem bei niederen Tieren sehr ansehnlichen und mit dem Brustbein in Verbindung stehenden Coracoidbein, welches beim Menschen zu einem relativ kurzen Fortsatz des Schulterblattes, dem Processus coracoideus reduziert ist. Als Vertreter des dritten ursprünglichen Teiles ist das Schlüsselbein anzusehen, welches mancherlei Wandlungen in der Tierreihe erfahren hat. Es vermittelt den Zusammenhang des Schultergürtels mit dem Brustbein, erreicht aber die Verbindung mit der den Oberarm tragenden Gelenkpfanne nicht, sondern heftet sich am Acromion des Schulterblattes an.

#### α) Schulterblatt, Scapula[1]).

Dreiseitig, platt, schwach nach hinten gewölbt (*162*, *163*). Der Körper des Knochens ist gewöhnlich sehr dünn und in der Mitte durchscheinend. Das Schulterblatt besitzt einen medialen, konvexen Rand, Margo vertebralis, einen lateralen, konkaven, Margo axillaris, und einen oberen, verschieden geformten, Margo superior; letzterer ist der kürzeste. Die Ränder stoßen in drei Winkeln zusammen, Angulus inferior, medialis und lateralis. Die vordere Fläche, Facies costalis, ist den Rippen, die hintere, Facies dorsalis, ist der Rückenoberfläche zugekehrt. Mit dem Rumpf ist es nur durch einen ausgedehnten Muskelapparat zusammengehalten, dessen ganzes Verhalten die Gestalt und das Relief des Knochens bei den verschiedenen

[1]) Scapulum, Omoplata.

Tierspecies maßgebend beeinflußt, was man durch vergleichende Betrachtung unschwer beweisen kann. Die zahlreichen Muskeln machen das Schulterblatt außerordentlich beweglich; seine Bewegungen sind bei mageren Leuten durch die Haut zu sehen, bei allen zu fühlen. Bei ruhig herabhängenden Armen reicht es von der zweiten bis zur achten Rippe.

Der verdickte laterale Winkel wird von der leicht konkaven Gelenkpfanne für den Oberarm, Cavitas glenoidalis, eingenommen. Sie ist von birnförmiger Gestalt, ist jedoch an ihrem vorderen Rand ein wenig ausgeschnitten. Sie setzt sich durch eine ringsum laufende Einziehung, den Hals, Collum scapulae, vom übrigen Knochen ab. Von einer Rauhigkeit am oberen Rand der Gelenkgrube, Tuberositas supraglenoidalis, entspringt der lange Kopf des M. biceps, von einem etwas größeren Höcker, Tuberositas infraglenoidalis[1]), der lange Kopf des M. triceps. Geht man nun den Rändern und Winkeln des Knochens von der Gelenkpfanne aus nach, dann stößt man unmittelbar neben der Tuberositas supraglenoidalis auf die Wurzel des Hakenfortsatzes, Processus coracoideus[2]). Derselbe erhebt sich platt mit einer hinteren und vorderen Fläche vom oberen Rand und sieht aus, als habe man ihn nach vorne umgebogen und spiralig um seine eigene Achse gedreht, so daß sich dann die hintere Fläche nach oben, die vordere nach unten wendet. Seine Spitze ist abgerundet und läßt sich bei sehr mageren Personen unter dem Schlüsselbein durch die Haut fühlen. Es heften sich sehr feste Bänder an ihn an, an seine Spitze auch Muskeln und zwar der kurze Kopf des M. biceps, M. coracobrachialis, M. pectoralis minor. Dicht an der Wurzel des Processus coracoideus und medianwärts von ihr ist der obere Rand mehr oder weniger tief ausgeschnitten, Incisura scapulae (*163*), um Nerven und Gefäße auf die dorsale Fläche des Schulterblattes passieren zu lassen. Neben der Incisur entspringt der M. omohyoideus vom oberen Rand. Dieser letztere ist im weiteren mehr oder weniger konkav gestaltet, je nachdem der mediale Winkel stärker oder schwächer nach oben ausgezogen ist. Der vertebrale Rand ist leicht konvex, er dient ganz oben dem M. levator scapulae und an ihn anschließend den Mm. rhomboidei zum Ansatz. Der untere Winkel ist abgerundet und nicht selten in eine lateralwärts gerichtete platte Zacke ausgezogen. An ihm entspringt der M. teres major. Der laterale Rand erhebt sich zu einer niederen scharfen Kante, hinter welcher der M. teres minor entspringt. Verfolgt man diesen Rand nach oben, dann gelangt man zuletzt auf die erwähnte Tuberositas infraglenoidalis.

Die leicht konkave vordere Fläche des Schulterblattes (*163*) wird als Fossa subscapularis bezeichnet. Sie trägt mehrere gegen den Condylus konvergierende, blattrippenartige Leisten, von welchen die Sehnenstreifen des M. subscapularis ausgehen. Am medialen Rand der Fläche zieht sich eine ganz schmale Furche hin, welche sich sowohl oben, wie unten zu einem planen dreiseitigen Feld verbreitert: Insertionslinie des M. serratus anterior.

Aus der hinteren konvexen Fläche des Schulterblattes erhebt sich die Spina scapulae, durch welche sie in ein kleineres oberes und ein größeres unteres Feld geteilt wird: Fossa supraspinata und infraspinata, in welchen die gleichnamigen Muskeln liegen (*162*). Die Spina bildet eine Platte, welche am vertebralen Rand nieder beginnt und nach dem axillaren Rand hin immer höher wird. Ihr Ansatz geht an der Grenze des obersten und zweiten Viertels vom vertebralen Rande aus und

[1]) Tuberculum supraglenoidale und infraglenoidale.

[2]) κόραξ Rabe, rabenschnabelähnliche, hakenförmige Krümmung.

erstreckt sich sehr wenig aufsteigend bis zum Hals in der Höhe der Mitte der Gelenkpfanne hin. Die Platte ist schräg aufwärts gebogen, woher es kommt, daß die Fossa supraspinata tief, die Fossa infraspinata flach erscheint. Der freie Rand der Spina ist verdickt; er beginnt mit einem dreiseitig verbreiterten Feld an dem Margo vertebralis, wulstet sich dann, verdünnt sich gegenüber dem Processus coracoideus wieder etwas und zieht sich an seinem lateralen Ende in einen platten Fortsatz, Acromion [1]), aus, welcher sich über dem Schultergelenk nach vorne umbiegt. An der medialen Kante seiner Spitze trägt er eine ebene elliptische Gelenkfläche, Facies articularis acromii (*163*), zur Artikulation mit dem acromialen Ende des Schlüsselbeines. Von oben her setzt sich an den Rand der Spina und das Acromion der M. trapezius an, nach unten entspringt von ihm der M. deltoideus. Die eigentliche Kante liegt frei unter der Haut.

Das Periost des Schulterblattes ist überall, wo Muskelsehnen in dasselbe einstrahlen, kräftig. Außerdem sind sehnenglänzende Züge in dasselbe eingelagert und zwar an der Spina und am Processus coracoideus. Die ernährenden Arterien betreten den Knochen in der Gegend des Halses.

Entwickelung (*262, 263*). Die Verknöcherung des knorpelig angelegten Schulterblattes beginnt im dritten Fetalmonat mit dem Auftreten eines Kernes in der Gegend neben dem Collum scapulae. Von ihm aus verbreitet sich die Knochensubstanz über die Fläche des Schulterblattes und in die Spina hinein. Das Schulterblatt des Neugeborenen ist in ansehnlichen Strecken noch knorpelig. Bald nach der Geburt tritt im Proc. coracoideus, entsprechend seiner besonderen Bedeutung, ein selbständiger Kern auf, der im 16. bis 18. Jahr mit der Scapula verschmilzt. Diese Epiphyse umfaßt nicht nur den Processus coracoideus, sondern auch noch das obere Ende der Pfanne des Schultergelenkes. Epiphysäre Kerne findet man an der Spitze des Schulterhakens (Auftreten 16., Verschmelzung 17. Jahr), und an dessen oberer Ecke (Auftreten 16., Verschmelzung 20. Jahr). Im 14. bis 15. Jahr verbindet sich mit der Basis des Schulterhakens ein Kern, der im oberen, dem Ursprung der Bicepssehne entsprechenden Teil des Condylus entstanden war. Im unteren Winkel tritt um die Pubertätsentwickelung ein Kern auf, der sich nach den anstoßenden Rändern fortsetzt und bald mit dem Hauptknochen verschmilzt. Auch der Rand des Schulterkammes besitzt zeitweilig eine Epiphyse. Das Acromion endlich läßt zwei Knochenkerne entstehen. Der mehr nach der Spina hin gelegene erscheint zuerst um die Zeit der Pubertätsentwickelung; der nach der Spitze zu gelegene tritt ein bis zwei Jahre später auf. Die beiden Kerne verschmelzen miteinander und um das 20. Jahr schließt sich auch die Naht, welche das Acromion von der Spina trennt (M.).

Varietäten. Die Synchondrose zwischen Spina scapulae und Acromion erhält sich zuweilen über die normale Zeit hinaus, kann sich selbst zu einem Gelenk umwandeln. — Unterhalb des Condylus trifft man nicht selten am lateralen Rand und an der hinteren Fläche einen rinnenförmigen Eindruck für die A. circumflexa scapulae. Ein konkaver vertebraler Rand des Schulterblattes ist anomal (Graves 1910).

Praktische Bemerkungen. Die große Beweglichkeit des Schulterblattes erlaubt es, daß sich dasselbe hebt und senkt, nach der Wirbelsäule hin und nach vorne verschiebt und daß es um eine sagittale Achse rotiert. Seine therapeutische Fixierung ist deshalb schwieriger als bei vielen anderen Knochen. Eine Betastung des Schulterblattes ist in großer Ausdehnung möglich. Acromion und Spina sind in ihrer ganzen Länge befühlbar, auch den vertebralen Rand und den unteren Winkel kann man bei gewissen Stellungen geradezu umgreifen. Der axillare Rand wird immer undeutlicher, je mehr man sich dem Schultergelenk nähert und der obere Rand ist unter dem M. trapezius ganz versteckt. Die exponierte Lage der Spina verschuldet es, daß auf ihr Decubitus entstehen kann.

Wegen der großen Dünne des Schulterblattkörpers ist es möglich, den Knochen mit einem kräftigen Messer zu durchschneiden oder zu durchstoßen. Frakturen halten sich im allgemeinen nicht an einen bestimmten Verlauf, sie sind ganz von Art und Richtung der einwirkenden Gewalt

---

[1]) ἄκρος höchste Stelle, ὦμος Schulter.

abhängig. Bricht der Condylus ab, was jedoch nur sehr selten vorkommt, dann geschieht dies stets im Verein mit dem Processus coracoideus. Dies hat den Chirurgen Veranlassung gegeben, von dem Collum anatomicum ein Collum chirurgicum zu unterscheiden, welches eben den Proc. coracoideus mit umfaßt. Epiphysenlösungen dieser Gegend trennen nicht nur den Hakenfortsatz ab, sondern auch noch den obersten Teil der Gelenkgrube, sie liegen also in ihrem unteren Teil intrakapsulär. Isolierte Brüche des Proc. coracoideus kommen seiner versteckten Lage wegen kaum vor, sie sind immer von anderen Verletzungen in der Umgebung begleitet. Am unteren Pfannenrand werden ebenfalls selten Absprengungen beobachtet, welche dann intrakapsulär verlaufen. Sowohl die Spina, wie auch das Acromion kann brechen. Frakturen des letzteren können durch die Epiphysengrenze, noch leichter durch ein Acromialgelenk vorgetäuscht werden.

### β) Schlüsselbein; Clavicula[1]).

Das Schlüsselbein ist kein Teil des primären Schultergürtels; die auch beim Menschen bestehende Ausbildung wird, wie oben (S. 106) bemerkt wurde, vielmehr erst nach mehrfachen Umformungen der ganzen Gegend erreicht. Durch die Herkunft des Schlüsselbeines erklärt es sich auch, daß sein dorsales Ende mit der Gelenkpfanne für den Oberarmknochen nicht in Zusammenhang steht, sondern sich an das Acromion des Schulterblattes anlegt. Sein ventrales Ende ist in die Incisura clavicularis des Brustbeines eingelenkt. Die Lage des Knochens ist eine schiefe, von vorne unten und medial nach hinten oben und lateral gerichtet. Dabei ist es in der Art S-förmig gestaltet, daß seine größere mediale Hälfte nach vorne konvex, seine kleinere laterale nach vorne konkav gekrümmt ist. Gewöhnlich ist das rechte Schlüsselbein stärker gekrümmt, als das linke, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, daß der rechte Arm mehr gebraucht wird, als der linke und meist kräftiger ist, als dieser. Man findet überhaupt, daß bei Leuten, welche manuell stark arbeiten, die Krümmungen stärker ausgesprochen sind. Um vom Brustbein zum Acromion zu kommen, überschreitet das Schlüsselbein schräg die erste Rippe, welcher es sehr nahe kommt. Die Weichteile, welche zwischen beiden verlaufen, können bei geeigneter Bewegung der Clavicula und des Thorax geklemmt werden.

Das Schlüsselbein liegt dicht unter der Haut und ist am Lebenden, wenn sein Fettpolster nicht allzu stark ist, stets zu sehen. Der mediale Teil des Knochens ist dreiseitig prismatisch; er endet mit der verdickten Extremitas sternalis, welche eine ebenfalls dreiseitige oder mehr rundliche, flach gehöhlte Gelenkfläche, Facies articularis sternalis, trägt (*166*). Der laterale Teil ist abgeplattet bis zu seinem Ende, Extremitas acromialis. Dieses trägt an seiner Spitze eine flache elliptische Gelenkfläche, Facies articularis acromialis (*165*). Die obere Fläche des Knochens ist glatt, die untere mit zwei Rauhigkeiten versehen, einer Tuberositas costalis am sternalen Ende, an welche sich das Lig. costoclaviculare anheftet, und einer Tuberositas coracoidea am acromialen Ende für den Ansatz der Ligg. coracoclavicularia (*166*). Eine seichte Furche zwischen beiden Rauhigkeiten dient dem M. subclavius zur Anheftung. Die anderen, meist großen und kräftigen Muskeln, welche sich am Schlüsselbein anheften, beeinflussen dessen Oberflächenrelief nur wenig oder gar nicht, es sind dies die Mm. sternocleidomastoideus, pectoralis major, deltoideus, trapezius, sternohyoideus.

Das Schlüsselbein ist zwar nach Art eines Röhrenknochens gebaut, doch birgt es im Inneren meist keinen Markkanal, sondern spongiöse Knochensubstanz. Die kompakte Rinde ist an der konkaven Seite der Krümmungen dicker, als an der kon-

[1]) Clavis, Schlüssel; Stab zum Reifschlagen; mittelalt. Türklinke.

vexen. Ein Ernährungsloch findet sich in der Mitte der Länge des Knochens in der Furche für den M. subclavius. Das Periost ist dick, es wird durch einstrahlende Muskelsehnen verstärkt.

Entwickelung. Das Schlüsselbein ist der erste Knochen des Rumpfes, welcher verknöchert; in der siebenten Fetalwoche erscheint in seiner Mitte ein aus zwei Anfängen zusammenfließender Knochenkern; er tritt in einem Gewebe auf, welches von den einen für prochondral, von den anderen für bindegewebig angesehen wird. Zu beiden Seiten des Kernes verwandelt sich dieses Gewebe in echten Knorpel. Im 15. bis 20. Jahr erscheint am Sternalende eine Epiphysenplatte, welche sich einige Jahre später mit dem Körper verbindet.

Varietäten. Das Schlüsselbein kann Entwickelungshemmungen bis zum vollständigen Fehlen unterliegen (Dyostosis cleidocranialis. S. 103).

Praktische Bemerkungen. Brüche des Schlüsselbeines kommen wegen der exponierten Lage des Knochens häufig vor, besonders ist das mittlere Drittel zwischen den Anheftungen des M. pectoralis einerseits, des M. trapezius und deltoideus andererseits solchen ausgesetzt; die nach vorne konvexe Krümmung des medialen Teiles bringt es mit sich, daß sie meist dem sternalen Ende näher liegen, als dem acromialen. Bleibt das kräftige Periost erhalten, dann tritt eine Dislokation der Bruchenden nicht ein, ist es zerrissen, dann kann der Zug der zahlreichen am Schlüsselbein befestigten Muskeln mehr oder weniger beträchtliche Verschiebungen der Bruchenden veranlassen. Besonders stark tritt dies bei Brüchen des acromialen Endes hervor, bei welchen der Zug des M. trapezius die Extremitas acromialis steil aufrichten kann. Die Muskeln sind so kräftig, daß ihre übermäßig starke Anspannung hie und da allein genügt, um ein graziles Schlüsselbein zu brechen.

## γ) Bandapparat des Schultergürtels.

### 1. Ligamenta propria scapulae.

Ligamentum transversum scapulae superius (*171*). Straffes und plattes Band, welches die Incisura scapulae überbrückt und sie dadurch in ein Loch umwandelt. In der Regel besteht es aus zwei Abteilungen, zwischen welchen der N. suprascapularis, von einer Vene begleitet, auf die Rückseite des Schulterblattes gelangt. Unter ihm liegt eine andere Vene, über ihm verläuft die A. transversa scapulae nach der Fossa supraspinata (Fick 1904). Das Band neigt zur Verknöcherung.

Ligamentum transversum scapulae inferius (*171*). Weniger fest gewebte Bindegewebszüge, die sich über die Rinne am Collum scapulae spannen, durch welche Fossa supraspinata und infraspinata miteinander in Verbindung stehen. Es bedeckt die Nerven- und Gefäßäste, welche von der Fossa supraspinata in die Fossa infraspinata verlaufen.

Ligamentum coraco-acromiale[1]) (*170*). Ein breites, plattes und sehr kräftiges Band, vom vorderen Rande des Acromion zu der diesem zugewandten Kante des Schulterhakens bis zu dessen Knickungswinkel hin. Es geht nach hinten in die Fascie der hinteren Schultermuskeln über. Mit seinen beiden Anheftungspunkten bildet das Band einen Schutzapparat für das Schultergelenk, Fornix humeri genannt. Es wirkt wie eine Art zweiter erweiterter Pfanne, in welcher sich der Gelenkkopf mit seiner Kapsel, seinen Höckern und den daran angehefteten Muskeln bewegt. Bei Gelenkleiden kann das Schultergewölbe für Ausführung der Bewegungen von Bedeutung werden. Zugleich schützt es das Gelenk gegen Insulten, welche es von oben treffen, nach Art einer Epaulette. Endlich verhindert das Band eine Hebung des Oberarmes über die Horizontale hinaus.

[1]) Ligamentum triangulare, L. triquetrum.

### 2. Gelenke des Schultergürtels.

Articulatio acromioclavicularis (*173*). Die beiden Gelenkflächen sind individuell verschieden geformt und verschieden groß. Bei kräftigen Leuten pflegen sie größer zu sein, als bei schwächlichen (Fick). Die Artikulationsebene ist annähernd sagittal und entweder rein vertikal gestellt, oder auch in der Art schräg, daß das Schlüsselbein das Acromion etwas überragt. Der Binnenraum enthält eine keilförmig gestaltete, faserknorpelige Masse, in welcher individuell sehr verschiedene Spalten auftreten. Bald ist eine ganz einfache vorhanden, bald teilt sie sich nach oben oder nach unten, bald findet man zwei völlig voneinander getrennte Spalten. Die Kapsel ist schlaff, sie wird oben durch starke, unten durch etwas weniger kräftige Bänderzüge verstärkt. Die Arterien werden vom Rete acromiale geliefert, die Nerven stammen von den Nn. thoracales ant., dem N. suprascapularis und axillaris (Fick).

Articulatio sternoclavicularis (*82, 169*). Die mit einer dicken Faserknorpelschichte überzogenen Gelenkflächen von Brust- und Schlüsselbein erscheinen sattelförmig oder mehr eben. Sie sind jedoch individuell sehr verschieden gestaltet und sind inkongruent. Die Inkongruenz wird durch einen Discus articularis ausgeglichen, welcher das Gelenk zu einem zweikammerigen macht. Er ist ringsum mit der Kapsel verwachsen und zeigt sich oben auch mit dem Schlüsselbein in fester Verbindung. Die Bandscheibe wird von Gegenbaur als Rudiment eines Os episternale gedeutet, welches bei vielen Säugern zwischen Schlüssel- und Brustbein eingeschaltet ist. Die schlaffe Kapsel ist dickwandig und wird durch darüber hinziehende Bänder verstärkt; ihre schwächste Stelle ist die vordere untere Ecke des Gelenkes, hier stülpt sie sich auch bei pathologischen Ergüssen hernienartig aus. Arterien des Gelenkes aus A. mammaria interna, Nerven von den medialsten Zweigen der Nn. supraclaviculares (Fick).

### 3. Hilfsbänder des Schultergürtels.

Das Schulterblatt entbehrt eines durch Bänder hergestellten Zusammenhanges mit dem Rumpf vollständig, es ist mit ihm lediglich durch Muskeln verbunden, wodurch die große Beweglichkeit gewährleistet wird, welche dem Gürtel und der oberen Extremität im ganzen zukommt. Die vorhandenen Bänder versichern nur die Gelenkverbindungen an den beiden Enden des Schlüsselbeines.

Das acromiale Ende liegt etwa 1 cm über dem Schulterhaken, von welchem aus das Ligamentum coracoclaviculare[1]) (*170*) zur Tuberositas coracoidea des Schlüsselbeines aufsteigt. Es besteht aus zwei Abteilungen, einer lateral vorderen, Ligamentum trapezoideum, und einer medial hinteren, Ligamentum conoideum. Zwischen beiden gelangt der M. subclavius an seine Schlüsselbeininsertion. Das Ligamentum trapezoideum ist platt und wendet sich vom Schnabelfortsatz aus schräg aufwärts, um zu seiner Insertion zu gelangen. Das Ligamentum conoideum breitet sich gegen seine Insertion am Schlüsselbein fächerförmig aus. Zwischen beiden findet man meist einen Schleimbeutel; auch können die Bänderzüge, welche jedes derselben zusammensetzen, sich in zwei Teile trennen, zwischen welchen dann ebenfalls kleine Schleimbeutel eingeschaltet sind; beim Ligamentum trapezoideum ist dies in etwa zwei Drittel der Fälle zu beobachten, beim Ligamentum conoideum seltener. Nähert sich das Schlüsselbein dem Schulterhaken durch Ausbildung einer kleinen Erhöhung an seiner Unterseite bedeutend, dann kann sich der zwischen beiden Bändern befindliche Schleimbeutel zu einem richtigen Gelenk ausbilden.

[1]) Ligamentum coracoclaviculare posterius.

Das Ligamentum coracoclaviculare anterius (Henle) (*170a*) ist ein dünner, aber fester, straffer und sehnig glänzender Bandstreifen, welcher von der Spitze des Schulterhakens schräg medial aufwärts zur Unterfläche des Schlüsselbeines zieht. Sein claviculares Ende ist in die Fascie des M. subclavius eingewebt.

Die Bänder am sternalen Ende des Schlüsselbeines sind ganz besonders kräftig, da sie beim Aufhängen des Körpers an den Armen dessen Last im wesentlichen zu tragen haben. Die Vorderseite wie die Rückseite der Kapsel des Sternoclaviculargelenkes wird von derben, straffen und kurzen Faserbündeln bedeckt, welche sich zwischen dem Schlüsselbeinende einerseits, dem Brustbein und der ersten Rippe andererseits ausspannen, Ligamentum sternoclaviculare anterius und posterius. Unmittelbar an die obersten Züge derselben schließen sich solche an, welche über die Incisura sterni hin die Sternalenden der beiden Schlüsselbeine miteinander verbinden, Ligamentum interclaviculare (*169*). Die Ausbildung dieses Bandes ist individuell sehr verschieden. Spannt es sich bei einer Senkung der Schlüsselbeine an, dann kann man bei kräftiger Entwickelung seinen oberen Rand in der Drosselgrube durch die Haut fühlen.

Das Lig. costoclaviculare besteht aus kräftigen, schräg von der ersten Rippe zum Schlüsselbein aufsteigenden Fasern. Sie füllen den Winkel zwischen Rippe und Schlüsselbein aus und reichen medianwärts an die Gelenkkapsel (*169*). Die Ursprungssehne des M. subclavius liegt auf der Vorderfläche des Bandes; mit dem lateralen Rande grenzt es unmittelbar an die V. subclavia. Inmitten des aus zwei getrennten Lagen bestehenden Bandes liegt ein konstanter Schleimbeutel (Poirier) (M.-H.).

Die Bewegungen des Schultergürtels werden in erster Linie im Dienste der freien Extremität ausgeführt, doch können sie sich auch ganz selbständig abspielen. „Der Schultergürtel ist so organisiert, daß das Schulterblatt unter sicherer Führung durch das Schlüsselbein sehr leicht die verschiedensten Stellungen einnehmen kann" (H. Meyer). Die Bewegungen gehen vom Sternoclaviculargelenk aus, welches die Fixierung des Gürtels am Rumpf vermittelt. Von ihm aus übertragen sie sich auf das Acromioclaviculargelenk und damit auf das Schulterblatt. Der Ausschlag ist natürlich am Brustbeinende des Schlüsselbeines am geringsten, während das Schulterblatt beträchtliche Exkursionen auszuführen vermag, was sich bei mageren Personen direkt durch die Haut wahrnehmen läßt. Ein aufmerksamer Beobachter kann aber auch die Bewegungen im Sternoclaviculargelenk nicht übersehen. Dieses ist ein sehr freies Gelenk, es übertrifft auch die Größe des vom Schlüsselbein gelieferten Gelenkkopfes, die Ausdehnung der Pfanne am Brustbein nicht unbeträchtlich, wie es bei solchen Gelenken immer der Fall ist. Man könnte es wohl mit einer Arthrodie vergleichen (H. Meyer), indem seine Bewegungen um eine horizontale, eine vertikale und eine in der Länge des Schlüsselbeines selbst liegende Achse ausgeführt werden. Das Acromioclaviculargelenk unterstützt die Tätigkeit des Sternoclaviculargelenkes auf das beste, indem es ebenfalls eine allseitige Beweglichkeit gestattet; am freiesten ist die Drehung um eine horizontale Achse, welche senkrecht auf den Berührungsflächen steht (H. Meyer). Die so ausgiebigen Bewegungen des Schulterblattes bestehen in einer Hebung und Senkung, in einer Verschiebung nach der Wirbelsäule zu und von ihr weg, in einer Rotation der unteren Spitze lateralwärts und medialwärts und in einer Rotation um eine vertikale Achse, welche den vertebralen Rand vom Rumpf abhebt oder ihm nähert.

Die starken Hilfsbänder haben die freie Extremität zu tragen und die Bewegungen des Gürtels zu hemmen und zu regeln. Das Lig. coracoclaviculare trägt bei ruhiger, aufrechter Haltung den Arm allein, ohne daß das Acromioclaviculargelenk in Anspruch genommen wird (Mollier 1899). Seine beiden Abteilungen wirken zum Teil verschieden; das Lig. trapezoideum beschränkt die Schulterblattbewegung nach vorn, das Lig. conoideum nach hinten, das erstere spannt sich beim Drängen des Armes nach innen, das letztere beim Drängen der Schulter nach hinten. Das Lig. coraco-claviculare anterius wird beim Auswärtsziehen des Armes angespannt.

Was die Bänder um das Sternoclaviculargelenk anlangt, so hemmt das Lig. sternoclaviculare die Vor- und Rückwärtsbewegung, das Lig. interclaviculare die Senkung, das Lig. costoclaviculare ebenfalls die Vor- und Rückwärtsbewegung, sowie die Erhebung des sternalen Schlüsselbeinendes (Fick).

Varietäten. Das oben (S. 108) erwähnte Acromialgelenk kann ein wohl ausgebildetes Gelenk oder auch ein Halbgelenk sein. Ist es vorhanden, dann erhält es sich bis ins höchste Alter. Bei älteren Männern liegt nach Fick das laterale Schlüsselbeinende öfters höher, als das Acromion; man darf das nicht für eine Subluxation halten. Im Lig. costoclaviculare kann sich eine gelenkartige Spalte ausbilden.

Praktische Bemerkungen. Trotz seiner unter normalen Verhältnissen großen Inanspruchnahme des Schlüsselbeines und seiner Gelenke ist es doch für den zweckdienlichen Gebrauch der oberen Extremität nicht absolut nötig, wie die Fälle von Hultkranz (S. 110) beweisen, in welchen bei fast vollständigem Fehlen die Arbeitsfähigkeit kaum gestört war. Luxationen am acromialen Ende des Schlüsselbeines vollziehen sich so, daß sich dasselbe über das Acromion schiebt, was den Verhältnissen des Gelenkes und des Bandapparates durchaus entspricht, Luxationen nach unten sind überaus selten. Bei Verrenkungen am sternalen Ende des Schlüsselbeines pflegt die Bandscheibe mit dem Schlüsselbein in Zusammenhang zu bleiben, da sie mit ihm, wie oben erwähnt wurde, in fester Verbindung steht. Das Schlüsselbeinende kann nach vorne, nach hinten und medianwärts luxiert werden. Bei einer Luxation nach hinten können die nahe dem Gelenk verlaufenden Nn. subclavius, phrenicus und vagus alteriert werden, auch können durch Druck auf Luft- und Speiseröhre Atem- und Schluckbeschwerden auftreten. Luxationen nach vorne sind die häufigsten, es reißt bei ihnen die erwähnte schwache Stelle der vorderen Kapselwand ein und läßt den Gelenkkopf austreten. Sie entsteht gewöhnlich durch starkes Zurückdrängen der Schulter, z. B. bei Fall auf die vorgestreckten Hände, sie kann aber auch bei heftigen Fortschleudern schwerer Gegenstände eintreten. Fick meint, daß dabei der Gelenkkopf mit großer Gewalt an die gut versicherte Hinterwand des Gelenkes gepreßt wird, daß er dann nach vorne ausgleitet und die schwache Stelle der Kapsel zerreißt. Der starke Bandapparat läßt Luxationen an den beiden Schlüsselbeingelenken nur in geringer Häufigkeit zustande kommen; es bricht bei einer Gewalteinwirkung der Knochen meist eher, als eine Verrenkung eintritt.

## b) Freie Extremität.

### α) Oberarmbein, Humerus.

Das Oberarmbein (*167*, *168*) ist ein schlanker Röhrenknochen, welcher an seinem proximalen, verdickten Ende einen Gelenkkopf zur Artikulation mit dem Schulterblatt, an seinem distalen verbreiterten Ende die Gelenkflächen für die Artikulation mit den beiden Unterarmknochen besitzt. Der Schaft des Knochens ist in der Art gedreht, daß die Achsen des proximalen und distalen Gelenkendes einen Winkel einschließen, welcher nach Individualität, Geschlecht und Rasse in weiten Grenzen schwankt. Bei mitteleuropäischen Rassen beträgt er 10—20°.

Der Gelenkkopf des proximalen Endes, Caput humeri, ist halbkugelig gestaltet; er wendet sich median-rückwärts. Begrenzt wird er ringsum von einer furchenartigen Einschnürung, dem Hals, Collum humeri (anatomicum), welche ihn von den beiden Höckern trennt. Der größere dieser letzteren, Tuberculum majus,

ist lateralwärts gerichtet. Er besitzt drei Facetten, an deren hinterste und zugleich oberste sich der M. supraspinatus anheftet. An die mittlere, welche die größte ist, gelangt der M. infraspinatus, an die vorderste und unterste der M. teres minor. Das Tuberculum minus sieht nach vorn, es dient dem M. subscapularis zur Insertion. Die beiden Höcker werden durch eine im oberen Teil überknorpelte Rinne voneinander getrennt, Sulcus intertubercularis, in welcher die Sehne des langen Bicepskopfes gleitet. Von jedem der Höcker geht eine Kante distalwärts ab, welche auf dem Schaft bald verschwindet, Crista tuberculi majoris und minoris[1]). Erstere endigt mit einer Rauhigkeit für den Ansatz des M. pectoralis major, letztere mit einer ebensolchen zur Anheftung des M. latissimus dorsi und teres major.

Die Gegend unter den Höckern, wo sich der Knochen rasch zum Schaft verjüngt, wird von den Praktikern als Collum chirurgicum bezeichnet. Der chirurgische Hals ist jedoch keine anatomisch scharf bestimmbare Stelle.

Das Mittelstück, Corpus humeri, ist in seinem proximalen Teil mehr zylindrisch, gegen sein distales Ende plattet es sich ab. Es zeigt etwa in der Mitte seiner Länge unter der Crista tuberculi majoris eine rauhe Fläche, Tuberositas deltoidea, zur Anheftung des gleichnamigen Muskels, unter der Crista tuberculi minoris, aber etwas mehr proximal gelegen, eine schwächere Rauhigkeit, die Insertionsstelle des M. coracobrachialis. Unmittelbar unter der Deltoideusrauhigkeit stößt man auf eine flache Furche, welche sich in spiraligem Verlauf von der Rückseite her über die laterale Seite des Knochens nach vorn zieht, in welcher der Radialnerv herabzieht, Sulcus n. radialis.

Das verbreiterte distale Ende des Oberarmbeines läuft in den aus Trochlea und Capitulum bestehenden Gelenkteil aus, wobei sich der Knochen im ganzen etwas nach vorne krümmt. Die Trochlea ist zur Artikulation mit der Ulna, das Capitulum zur Artikulation mit dem Radius bestimmt. Die erstere besitzt die Gestalt eines Doppelkegels, dessen abgestumpfte Spitzen miteinander zusammenstoßen. Der radial gelegene Kegel ist kürzer, etwa 8 mm lang und ist gegen das Capitulum durch eine Rinne abgesetzt, der ulnare ist etwa 14 mm lang und zeigt eine schief abgeschnittene Basis. Eine Hohlkehle in der Mitte des Doppelkegels bildet die Führungslinie für eine entsprechende Firste der Gelenkfläche der Ulna. Die Längsachse der Trochlea ist nach der ulnaren Seite schräg abwärts gerichtet. Das rundliche Capitulum ist nur auf der Vorder- und Unterseite des Gelenkteiles ausgebildet, es erreicht die Rückseite nicht.

Oberhalb der Trochlea findet man vorne wie hinten eine tiefe Grube, die erstere, Fossa coronoidea[2]), hat bei der Beugung im Ellbogengelenk den Processus coronoideus der Ulna aufzunehmen, die letztere, Fossa olecrani[3]), bei der Streckung das Olecranon desselben Knochens. Die den Grund beider Gruben trennende Knochenschichte ist sehr dünn, oft durchscheinend; sie kann sogar durchbrochen sein, so daß die beiden Gruben durch ein Loch (Foramen supracondyloideum) miteinander in Verbindung stehen (Tierähnlichkeit). Oberhalb des Capitulum findet sich, jedoch nur an der Vorderseite, eine seichte Vertiefung, Fossa radialis[4]), in welche sich bei der Beugung das Radiusköpfchen legt.

---

[1]) Spina tuberculi maj. und min.
[2]) Fossa anterior major.
[3]) Fossa posterior.
[4]) Fossa anterior minor.

Der Gelenkteil wird zu beiden Seiten von Vorsprüngen flankiert, in welche die beiden erwähnten seitlichen Kanten des Schaftes übergehen, Epicondylus lateralis und medialis. Der erstere ist kleiner, er läßt die Muskeln der Streckseite des Unterarmes entspringen, der letztere erheblich größer, für den Ursprung der Muskeln der Beugeseite des Unterarmes bestimmt. In einer Furche an der Rückseite des Epicondylus medialis, Sulcus n. ulnaris, verläuft der N. ulnaris.

Der Schaft des Humerus ist allenthalben von Weichteilen umschlossen, auch sein proximales Ende ist von solchen bedeckt, während das distale Ende zu beiden Seiten einer manuellen Untersuchung zugänglich ist.

Das Oberarmbein ist, wie erwähnt, ein typischer Röhrenknochen mit einem verdickten proximalen und distalen Ende. Die kompakte Knochensubstanz der Röhrenwand ist proximal am regelmäßigsten und dünnsten; distalwärts wird sie kräftiger und erhält in der vorderen Kante noch eine Verstärkung. Diese teilt sich in zwei Balken, welche zu beiden Seiten der Fossa coronoidea bis zur Trochlea herabsteigen. Im Inneren beherbergt die Röhre beim Erwachsenen gelbes Knochenmark. Ernährungslöcher findet man in der Nähe der Gelenkenden in größerer Zahl, in der Mitte des Schaftes, nahe unter dem Ansatz des M. coracobrachialis ein Foramen nutricium, welches auf oder vor der medialen Kante zu stehen pflegt, aber auch auf die Rückseite, selbst auf die laterale Kante rücken kann. Der Kanal, welcher von ihm ausgeht, ist schräg nach dem Ellbogen hin gerichtet. Die A. nutricia wird von der A. brachialis oder von der A. profunda brachii oder von einem Ast derselben abgegeben. Auf ihrem Weg durchsetzt sie die Sehne des M. coracobrachialis. Das Periost ist dick und stark, es adhäriert den zahlreichen Rauhigkeiten und Vorsprüngen fester als den glatten Flächen, von welchen es leichter ablösbar ist.

Entwickelung (*264, 265*). In der achten Woche erscheint der Kern der Diaphyse in deren Mitte. Zur Zeit der Geburt hat sich die Ossifikation so weit ausgedehnt, daß nur die Enden des Armbeines noch vollständig knorpelig sind. Die Verknöcherung des Kopfes beginnt um die Zeit der Geburt; am Schluß des ersten Jahres erscheint ein Kern im Tuberculum majus, fünf bis sechs Wochen später ein solcher im Tub. minus. Das Auftreten dieser sämtlichen Epiphysenkerne kann sich zuweilen verfrühen oder verzögern. Sie verwachsen um das Ende des vierten Lebensjahres. Die Verwachsung zwischen Diaphyse und Epiphyse trifft in das 20. bis 22. Lebensjahr. Am unteren Ende des Armbeines geht beim Neugeborenen die Grenze zwischen Knochen und Knorpel quer durch die Fossa olecrani und die Gegend der noch nicht ausgebildeten vorderen Gruben. Es entstehen folgende Epiphysenkerne: 1. im Capitulum erstes bis zweites Lebensjahr; 2. im medialen, dann 3. im lateralen Epicondylus achtes bis zwölftes Jahr; 4. in der Trochlea neuntes bis zehntes Jahr; Verschmelzung von eins und drei bald nach der Entstehung von drei; von eins und vier im 14. bis 15. Jahr. Die Gesamtepiphyse verschmilzt mit der Diaphyse im 15. bis 17. Jahre; 2 erst im 18. Jahr (M.-H.).

Varietäten. In etwas mehr als 1 % der Fälle wird ein Processus supracondyloideus beobachtet. Er sitzt etwa 6 cm über dem Epicondylus medialis und ist bei stärkerer Ausbildung am Lebenden durchzufühlen. Er stellt einen von vorn nach hinten plattgedrückten, oft hakenförmig abwärts gebogenen Fortsatz dar. Von ihm geht ein Band zum Epicondylus med., so daß eine ovale Öffnung entsteht. An dem Band entspringt der M. pronator teres. Bei manchen Säugern besteht ein ringsum knöchern geschlossener Canalis epicondyloideus; ein solcher wird in seltenen Fällen auch beim Menschen gefunden (Dwight 1904) (M.). Schwegel sah den Sulcus intertubercularis von einer Knochenleiste überbrückt.

Praktische Bemerkungen. Die Epiphysen des jugendlichen Oberarmbeines können sich ablösen, was dann Wachstumsstörungen im Gefolge hat, natürlich um so schwerere, je jünger das geschädigte Individuum ist. Eine während der Geburt entstandene Trennung der proximalen Epiphyse hat eine starke Verkürzung des Oberarmes zur Folge. Frakturen können an den verschiedensten Stellen entstehen, doch bricht die härtere und sprödere Compacta im allgemeinen leichter, als die weichere Spongiosa. Es kommen Brüche vor am anatomischen Hals (sehr selten),

dann in der Höhe der Tubercula, ferner unterhalb derselben am chirurgischen Hals (häufig). Das Mittelstück kann bald höher, bald tiefer abbrechen; dabei kann der N. radialis, der dem Knochen dicht anliegt, geschädigt werden. Durch Zerreißen der A. nutricia kann eine bedeutende Blutung entstehen. Das kompliziert gebaute distale Ende ist sehr verschieden verlaufenden Frakturen ausgesetzt. Es kann ein Querbruch über den Epicondylen durchlaufen, es kann auch das Gelenkende allein abgebrochen sein. Schrägbrüche können lateral Epicondylus und Capitulum abtrennen, medial Epicondylus und Trochlea (häufig). Auch Längsbrüche kommen vor; er geht dann neben einer der erwähnten Knochenverstärkungen und am Angulus anterior entlang nach oben. Endlich können auch die einzelnen Apophysen isoliert abbrechen, die beiden Tubercula (selten, besonders Tub. minus), die beiden Epicondylen (medialis häufig, lateralis sehr selten). Bei Brüchen im Bereich des Sulcus n. ulnaris kann natürlich auch dieser Nerv in Mitleidenschaft gezogen werden. Dislokationen können (abgesehen von den durch Gewalteinwirkung hervorgerufenen) durch den Zug der am Oberarm angehefteten Muskeln entstehen, in geeigneten Fällen können sie umgekehrt aber auch durch Muskelzug hintangehalten werden.

### c) Schultergelenk, Articulatio humeri.

Das Schultergelenk ist die freieste Arthrodie des menschlichen Körpers, in ihm kann der Arm in sagittaler Ebene in Pendelbewegung versetzt werden, er kann in transversaler Richtung gehoben und gesenkt werden, er kann um seine eigene Längsachse rotiert werden. Durch Kombination der Einzelbewegungen kann der Arm die allerverschiedensten Stellungen einnehmen. Um die Tätigkeit des Gelenkes zu einer so freien zu machen, ist der Gelenkkopf groß, die Pfanne klein, sie verhalten sich wie 6 : 1.

An einem Oberarmbein mittlerer Größe ist der Gelenkkopf ein Kugelabschnitt mit einem Radius von etwa 2,5 cm Länge; die Wölbung der Pfanne ist der des Kopfes kongruent. Kleine Abweichungen von der mathematischen Form, wie sie bei jedem Gelenk vorkommen, werden durch die Elastizität des Gelenkknorpels ausgeglichen. Der Knorpel überzieht den Kopf bis zum Hals hin, seine Dicke ist in der Mitte am größten; in der Pfanne ist das Umgekehrte der Fall.

Eine fibröse Gelenklippe, Labrum glenoidale[1]) (*172*, *173*), vergrößert die Pfanne, sie ist bis zu 3 mm breit, was eine ansehnliche Vergrößerung derselben bedeutet. Am oberen Rand der Gelenklippe entspringt die Sehne des langen Bicepskopfes meist mit zwei getrennten Zipfeln. Sie verläuft frei durch das Gelenk (*172*). Diese auffallende Tatsache erklärt sich durch Einwanderung der ursprünglich außerhalb des Gelenkes gelegenen Sehne, wo sie bei einer Reihe von Säugetieren zeitlebens verharrt. Bei anderen kann man verfolgen, wie sie immer weiter eindringt (Welcker 1878). Auch beim menschlichen Embryo liegt die Sehne anfänglich noch in der Kapselwand, dann ist sie von einer mesenteriumartigen Platte derselben umschlossen, welche sich selbst manchmal unvollständig noch beim Erwachsenen erhält.

Die Kapsel geht am Schulterblatt von dem scharfen Rand der Gelenklippe aus, nur oben reicht ihr Ansatz hinter die Bicepssehne zurück und die Kapsel entspringt dort von der Wurzel des Processus coracoideus. Am Armbein ist sie an dessen anatomischen Hals angeheftet, nur am unteren Umfang biegt sie aus und zeigt dort eine dütenförmige Verlängerung. Über die aus dem Gelenk austretende Bicepssehne und den Sulcus intertubercularis spannt sie sich brückenförmig hin. Die Kapsel ist weit und schlaff, was unerläßlich ist, wenn sie die beträchtlichen und allseitigen Bewegungen, dessen das Gelenk fähig ist, zulassen soll. An frei präpariertem Gelenk erlaubt es der weite Kapselschlauch dem Oberarmkopf, sich 2—3 cm von der Pfanne zu entfernen,

[1]) Limbus cartilagineus.

auch im Leben können beide ihren Kontakt verlieren, wenn bei einer Lähmung der sämtlichen das Schultergelenk umgebenden Muskeln der Arm durch seine eigene Schwere herabsinkt.

Die Kapsel ist an sich dünn, doch wird sie durch einstrahlende Sehnenfasern der an den Höckern sich anheftenden Muskeln beträchtlich verstärkt; auch die Sehne des langen Kopfes des M. triceps sendet Fasern in die Kapsel. Zwischen den von den Sehnen der Rotationsmuskeln gelieferten Verstärkungen würde eine Strecke unverstärkt bleiben, wenn dort nicht das Ligamentum coracohumerale [1]) (*171*) vorhanden wäre, welches vom lateralen Rand des Processus coracoideus breit in die obere und hintere Wand der Kapsel ausstrahlt und bis zu den beiden Tubercula gelangt. Andere Verstärkungszüge ziehen von der Gelenklippe zum Armbein, man beschreibt sie als Ligamenta glenohumeralia (sup., med., inf.). Sie sind von innen her an der geöffneten Kapsel zu sehen, doch sind sie nicht selten wenig deutlich ausgebildet. Die schwächste Stelle der Kapsel befindet sich unten und vorne.

Bei den Bewegungen des Gelenkes legt sich die Kapsel an den Stellen, an welchen sie sich spannt, dem Oberarmkopf glatt an, wo sie entspannt ist, bildet sie immer in gleicher Weise wiederkehrende Falten, welche durch die Kontraktion der Muskeln hervorgerufen werden, deren Sehnen mit der Kapsel verwachsen sind.

Von der Höhle des Schultergelenkes gehen zwei Synovialtaschen aus (*172*). Die Vagina mucosa intertubercularis ist eine zylindrische Ausstülpung unter der Sehne des langen Bicepskopfes im Sulcus intertubercularis; ihr blindes abgerundetes Ende reicht bis zum oberen Rand der Insertion des M. pectoralis major und latissimus dorsi herab. Die Bursa mucosa subscapularis wird gedeckt von der Sehne des gleichnamigen Muskels und dringt unter der Wurzel des Proc. coracoideus gegen die Fossa subscapularis vor. Sie ist von sehr unregelmäßiger Form und Größe. In der Gelenkhöhle öffnet sie sich mit einer weiten, meist ovalen Mündung. Ein kleinerer Schleimbeutel, welcher in der Regel über dem eben erwähnten liegt, steht meist mit ihm und mit dem Schultergelenk in Verbindung [2]).

Die Intima sendet in das Innere der Gelenkhöhle Falten und Zotten hinein. Rings um den Ursprung der Bicepssehne stehen Falten, welche sie manschettenartig umgeben; um den Eingang der Bursa subscapularis stehen zahlreiche feine Zotten, ebenso an der Insertion der Kapsel am Oberarm.

Die Arterien des Schultergelenkes stammen von der A. circumflexa humeri anterior und posterior, von der A. subscapularis und der A. transversa scapulae; die stärksten gibt die erstgenannte ab. Die Nerven sind Ästchen des N. axillaris für die vordere und des N. subscapularis für die hintere Kapselwand.

Das Schultergelenk ist sehr gut geschützt; von oben her wird es durch das Schultergewölbe gedeckt, unter welchem Namen man das zwischen Acromion und Processus coracoideus ausgespannte Ligamentum coracoacromiale versteht. Von außen her ist das dicke Polster des M. deltoideus über das Gelenk hingebreitet, so daß man dort die Bewegungen des Oberarmkopfes nur undeutlich durchfühlt. Vorn und hinten ziehen über die Gelenkgegend die Rotationsmuskeln. Nur in der Achselhöhle fehlt ein wirksamer Schutz, dort läuft aber über das Gelenk das dicke Bündel der Nerven und Gefäße, welche in ein reichliches Fettpolster eingelassen sind.

[1]) Ligamentum suspensorium humeri.

[2]) Fick nennt ihn Bursa subscapularis und beschreibt den größeren als Bursa subcoracoidea.

Varietäten. Die Gelenklippe zeigt in ihrer Erscheinung mancherlei Variationen. Im Innern des Gelenkes findet man hie und da ein Band, welches ganz dem Lig. teres femoris entspricht. Es ist wohl ein in das Gelenk eingewandertes Lig. glenohumerale. Aus dem Gelenkraum können sich außer den genannten noch andere Schleimbeutel ausstülpen, auch können solche, welche unter den benachbarten Muskeln liegen, mit dem Gelenkraum oder der Bursa subscapularis in Verbindung treten.

Praktische Bemerkungen. Luxationen des Schultergelenkes sind sehr häufig, da man ja den Arm absichtlich wie unwillkürlich benützt, um einwirkende Gewalten abzuwehren, wobei die Kapsel leicht übermäßig gedehnt wird und einreißt. Selbst durch starke Kraftanstrengung beim Schleudern und ähnlichen Bewegungen können Verrenkungen entstehen. Mir ist ein Fall bekannt, wo dies beim Säbelfechten vorkam. Am häufigsten ist die Luxation nach vorne, wo auch die Kapsel am dünnsten ist. Der Gelenkkopf macht dann entweder auf dem Rand des Schulterblattes Halt, oder gelangt gedeckt vom M. subscapularis in den Raum zwischen Schulterblatt und Brustkorb, oder er schiebt sich noch weiter medianwärts auf den Brustkorb herüber. Auch nach unten kann sich der Gelenkkopf verschieben, sehr selten auch nach hinten. Ein Ausweichen nach oben wird durch die über den Gelenkkopf laufende Bicepssehne und durch Anstoßen derselben an das Schultergewölbe außerordentlich erschwert. Geschieht es dennoch, dann ist damit notwendig ein Bruch des Schultergewölbes verbunden. Zur Diagnose hat man das Gelenk sowohl von außen her durch den M. deltoideus zu betasten, wie auch von der Achselhöhle her, wo man den Oberarmkopf sehr gut fühlen kann. Bei der Verrenkung nach vorne spannt sich das Lig. coracohumerale sehr stark, gewöhnlich jedoch ohne zu zerreißen. Die umgebenden Muskeln werden ebenfalls in starke Spannung versetzt, die Nerven in der Achselhöhle und am chirurgischen Hals des Oberarmes werden gedehnt oder gedrückt, so daß Schmerzen auftreten, welche bis in die Finger ausstrahlen, Ameisenlaufen, Taubheit, selbst Muskellähmung, besonders solche des M. deltoideus u. dgl. In den die Nerven begleitenden Gefäßen kann die Circulation behindert sein, so daß sich Cyanose oder Ödem des Armes einstellt. Auch bei Repositionsversuchen können Nerven und Gefäße zuweilen schwer leiden. Epiphysenlösung muß in den späteren Kinderjahren immer intra- und extrakapsulär verlaufen, Bruch eines Tuberculum aber liegt extrakapsulär. Die im Gelenk befindliche Bicepssehne und damit der ganze Muskel wird bei Verrenkungen oft stark gespannt, wodurch sich dann der Arm in Beuge- und Supinationsstellung einstellt. Die Sehne kann zuweilen abreißen, sowohl bei Luxationen, wie bei einer allzu heftigen Kontraktion des Muskels.

Verbindet sich der Oberarmkopf mit dem Schulterblatt durch knöcherne Verwachsung, dann ist eine Hebung des Armes nur in sehr beschränktem Maße möglich, soweit dies eben die Bewegungen des Schulterblattes gestatten.

Bei chronischen Gelenkleiden wachsen die in der Norm kaum sichtbaren Synovialzotten gelegentlich zu einer dichten Pelzmasse heran (*24*). Die Bursa subscapularis kann im Anschluß an Verletzungen der Schultergegend Sitz chronischer Entzündung werden mit Schrumpfung der das Gelenk umgebenden Weichteile, welche eine erhebliche Beschränkung der Beweglichkeit zur Folge hat. Auch tuberkulöse Hygrome dieses Schleimbeutels bis zu Apfelgröße kommen vor. Die verborgene Lage erschwert die Operation (Fick).

Will man den Gelenkkopf resezieren, dann wird man durch einen Schnitt von vorne her deshalb am besten zum Gelenk vordringen, weil dort wichtige Gefäße und Nerven, die geschont werden müßten, nicht auf ihm liegen.

### d) Unterarmknochen, Ossa antebrachii.

Das Skelet des Unterarmes wird von Ulna und Radius gebildet, wobei die erstere den Zusammenhang mit dem Oberarm, der letztere den mit der Hand zu vermitteln hat. Diese Funktionen beeinflussen die Gestalt der beiden Knochen insofern, als die Ulna mit ihrem proximalen Ende den Radius, der Radius aber mit seinem distalen Ende die Ulna überragt. Ferner erscheint die Ulna an ihrem proximalen Ende verbreitert, an ihrem distalen verjüngt, während beim Radius das Umgekehrte der Fall ist. Die Verbreiterungen bringen es mit sich, daß sich beide Knochen sowohl an ihrem proximalen, wie an ihrem distalen Ende berühren, während im übrigen

ein langgezogener, spindelförmiger Raum zwischen ihnen bleibt, in welchem eine Membran ausgespannt ist. Die beiden Knochen werden durch sie zu einer Skeletplatte vereinigt, welche den Weichteilen des Unterarmes zur Unterlage dient.

### α) Elle, Ulna.

Sie ist der längere der beiden Unterarmknochen, dreiseitig prismatisch, mit einer medialen, einer vorderen volaren und einer hinteren dorsalen Fläche (*175, 177*). Das proximale Ende besitzt eine nach vorn sehende Gelenkfläche, Incisura semilunaris[1]), welche der Trochlea humeri, mit der sie artikuliert, entsprechend ausgeschnitten ist. Sie ist in der Mitte eingeschnürt und trägt eine von hinten nach vorne verlaufende Firste, welche sich in die Furche der Trochlea einpaßt (*178*). Den vorderen Teil der Gelenkfläche trägt der nach vorn vorspringende Processus coronoideus[2]), unter welchem man eine große dreiseitige Rauhigkeit, Tuberositas ulnae, findet, die Anheftungsstelle des M. brachialis. Der hintere Teil der Gelenkfläche zieht sich an einem anderen in der Verlängerung des Schaftes aufragenden Fortsatz in die Höhe, dem Olecranon[3]). Seine Rückfläche dient dem M. extensor triceps zum Ansatz, an seiner lateralen Seite befestigt sich der M. anconaeus, an der medialen der M. flexor carpi ulnaris. An der lateralen Seite des Processus coronoideus befindet sich eine schwach ausgehöhlte Gelenkfläche, welche mit der überknorpelten Fläche der Facies semilunaris zusammenhängt, die Incisura radialis[4]); an sie legt sich der Seitenrand des Radiusköpfchens an (*178*).

Der Schaft des Knochens trägt eine dem Radius zugekehrte kräftig vorspringende Crista interossea, welche die vordere und hintere Fläche des Knochens voneinander trennt.

Das distale Ende der Ulna ist als Gelenkkopf, Capitulum, ausgebildet (*178 a*), mit kreisrunder, schwach eingedrückter Gelenkfläche und einer gegen den Radius hinsehenden, ebenfalls überknorpelten Seitenfläche, Circumferentia articularis. Dieser gegenüber ragt am medialen Rand der Processus styloideus hervor, an welchem sich die Bandscheibe des Handgelenkes anheftet. An seiner Rückseite grenzt ihn eine Rinne gegen das Köpfchen ab, in welcher die Sehne des M. extensor carpi ulnaris läuft.

### β) Speiche, Radius.

Das proximale Ende, Capitulum, ist ein kurzer Cylinder, dessen leicht vertiefte Oberfläche mit dem Capitulum des Oberarmbeines artikuliert. Der Knorpelüberzug setzt sich auf die Seitenfläche des Köpfchens, Circumferentia articularis fort, soweit sie auf der Incisura radialis der Ulna gleitet. Das Köpfchen sitzt auf einem eingeschnittenen Hals, Collum, an welchen sich wieder ein vorwärts und medianwärts sehender Vorsprung mit rauher Oberfläche anschließt, Tuberositas radii, an welchen sich die Sehne des M. biceps brachii anheftet (*174, 177*).

Der Schaft des Radius ist nach hinten und lateral leicht konvex gekrümmt; er ist dreiseitig, prismatisch, wie der der Ulna, jedoch sind seine Kanten stark abgerundet. Eine Crista interossea, welche gegen die der Ulna gerichtet ist, tritt

[1]) Incisura oder Fossa sigmoidea.
[2]) κορώνη Krähe, Haken; oft mißverständlich als Kronenfortsatz übersetzt.
[3]) ὠλένη Ellbogen; κρᾶνον Kopf, Helm.
[4]) Sinus lunatus.

scharf hervor. An eine Rauhigkeit in der Mitte der lateralen Fläche heftet sich der M. pronator teres.

Das distale Ende ist verdickt und vierseitig gestaltet (*178a*). Es wird durch die Artikulationsfläche für die Hand abgeschlossen, welche durch eine sagittal verlaufende Kante in eine vierseitige leicht vertiefte Gelenkgrube für das Mondbein und eine lateral davon gelegene abgerundete, dreiseitige, für das Kahnbein getrennt wird. An der der Ulna zugekehrten Seitenfläche des distalen Endes weicht die Crista interossea in zwei Schenkel auseinander; sie fassen am Rand des Knochens die Incisura ulnaris [1]) zwischen sich (*177*), an welcher das Köpfchen der Ulna rotiert. An der gegenüberliegenden lateralen Seite zieht sich der Knochen in den stumpfen Processus styloideus radii aus, an welchen sich der M. brachioradialis anheftet. Die Vorderseite des distalen Radiusendes ist glatt, über die hintere Fläche läuft eine Anzahl von Furchen herab, in welchen die Sehnen der Extensoren gleiten. Am tiefsten pflegt die für den M. extensor longus pollicis zu sein.

Die Compacta der beiden Unterarmknochen ist relativ stark und widerstandskräftig, die Markhöhle eng. Die Spongiosa an den Enden ist ziemlich weitmaschig und weich, nur am proximalen Ende der Ulna sind ihre Areolen eng, ihre Bälkchen dick. Das Periost ist dünn, aber fest, die Foramina nutricia liegen auf der vorderen Fläche beider Knochen, das der Ulna am Ende des proximalen Viertels, das des Radius am Ende des proximalen Drittels; das des letzteren Knochens steht der Crista interossea näher, als das des ersteren. Die Aa. nutriciae werden von der A. interossea volaris abgegeben.

Die hintere Kante der Ulna liegt in ihrer ganzen Länge frei unter der Haut, was eine Untersuchung des Knochens sehr erleichtert. Der Radius ist in seinem proximalen Teil von Weichteilen völlig gedeckt. Dann wird er für eine kurze Strecke frei, um schließlich erst am distalen Ende einer Betastung zugänglicher zu werden.

Entwickelung (*266—269*). Wie beim Oberarmbein treten auch bei den beiden Unterarmknochen die Ossifikationspunkte der Diaphysen in der achten Embryonalwoche auf. Zur Zeit der Geburt ist an der Ulna der obere Teil des Olecranon und das distale Ende des Knochens noch knorpelig, am Radius sind es beide Enden. An der Ulna entstehen im Olecranon im 12. Jahr 2—3 Kerne; im 15. bis 16. Jahr ist das ganze obere Ende verknöchert. Am distalen Ende erscheint ein Knochenkern um die Wende des fünften und sechsten Lebensjahres. Im 14. bis 15. Jahr rückt er in den Processus styloideus vor, welcher aber zuweilen auch eine eigene Epiphyse besitzt. Um das 20. Jahr ist der Knochen in seiner ganzen Länge konsolidiert. Am proximalen Ende des Radius erscheint ein Epiphysenkern um das fünfte Lebensjahr, welcher im Laufe des 16. mit der Diaphyse verschmilzt. Um die gleiche Zeit, meist kurz vor dem Erscheinen des Kernes im Köpfchen der Ulna, tritt im distalen Ende des Radius ein Kern auf; im 12. Jahr erstreckt er sich in den Processus styloideus, im 19. bis 20. Jahr ist er mit der Diaphyse vereinigt. Beide Knochen wachsen hauptsächlich an ihrer distalen Epiphyse.

Varietäten. Man findet eine unvollständige Ausbildung der Fortsätze der Unterarmknochen, selbst eine Verkümmerung derselben, oder vollständiges Fehlen des einen, häufiger des Radius. In solchen Fällen ist auch der vorhandene Knochen verkürzt oder verbogen. Die Knochen können kongenital miteinander verwachsen sein. — Über dem Olecranon und vor der Spitze des Processus coronoideus ulnae hat man Sesambeine beobachtet.

Praktische Bemerkungen s. S. 139.

### e) Ellbogengelenk, Articulatio cubiti.

Das Ellbogengelenk (*179—184*) vereinigt das distale Ende des Oberarmbeines und die proximalen Enden der beiden Unterarmknochen miteinander, es gehört deshalb in die Reihe der zusammengesetzten Gelenke. Man hat es zerlegt in eine Articulatio

[1]) Incisura semilunaris; Sinus lunatus.

humeroulnaris, humeroradialis und radioulnaris proximalis. Es erlaubt die Ausführung von zwei Bewegungen unabhängig voneinander. Erstens drehen sich die beiden Unterarmknochen um das Gelenkende des Oberarmes und um eine wesentlich transversale Achse, welche lateralwärts nur wenig aufsteigt. In maximaler Streckung bilden die Knochen des Ober- und Unterarmes einen gestreckten Winkel miteinander, bei schwach ausgebildetem Skelet kann sogar eine Überstreckung eintreten, welche jedoch unschön aussieht; die maximale Beugung kann soweit fortgeführt werden, als es die aufeinander liegenden Weichteile an der Beugeseite des Ellbogengelenkes erlauben. Zweitens dreht sich in jeder Stellung, welche der Unterarm gegen den Oberarm einnimmt, die vertiefte Endfläche des Radiusköpfchens auf dem Köpfchen des Armbeines und zugleich die Circumferentia articularis radii in der Incisura radialis ulnae, welche durch das Ligamentum anulare radii zu einem Ring ergänzt wird.

Die Furche, welche die Trochlea von vorn nach hinten umkreist und die entsprechende Firste der Incisura semilunaris ulnae verlaufen in der Form einer Kurve, welche an der Querrinne dieser letzteren geknickt ist (Braune und Kyrklund) oder in Form einer allerdings sehr flachen Spirale, das heißt also einer Schraube, deren Steigung in der Art stattfindet, daß der Unterarm auf dem Oberarm seitwärts rückt.

Die Winkelbewegung, durch welche der Unterarm gegen den Oberarm gebeugt wird, wird eigentlich nur zwischen Humerus und Ulna ausgeführt. Sie erfolgt jedoch nicht um eine feststehende Achse, sondern um verschiedene um eine Mittelachse schwankende Momentachsen (Hultkrantz, Fick). Diese Tatsache hat frühere Untersucher zu der Meinung veranlaßt, das Ellbogengelenk sei ein Schraubengelenk. In der Streckung liegt der Unterarm nicht ganz in der Richtung des Oberarmes, sondern ist ein wenig radialwärts abgeknickt. Eine übermäßige Abknickung bezeichnen die Praktiker als Cubitus valgus. Das Radiusköpfchen folgt rein passiv der Ulna, an welcher es befestigt ist. Die Rotationsbewegung wird umgekehrt nur vom Radiusköpfchen bewirkt, bei ihr sind Humerus und Ulna im wesentlichen unbeteiligt. Sie wird dagegen ergänzt durch die Bewegung des unteren Radioulnargelenkes, von welchem nachher die Rede sein wird.

Die Knorpelbedeckung der Gelenkenden ist keine ganz gleichmäßige. Am Humerus ist sie in der Mitte der Trochlea und an der Leiste zwischen Trochlea und Capitulum am stärksten, höchstens 2 mm. Seitlich und besonders hinten wird sie dünner. Der Knorpelüberzug der Incisura semilunaris ulnae ist dünn, in der queren Furche derselben fehlt er in der Regel gänzlich. Am Radiusköpfchen ist der Knorpel in der Randzone am stärksten, nach der Mitte der Grube wird er dünner. Die Circumferentia articularis radii und die Incisura radialis ulnae sind von einem Knorpel bedeckt, der an beiden in der Mitte am dicksten ist.

An einigen Stellen überschreitet der Knorpel die Berührungsflächen der Gelenkenden. Der laterale Rand des Capitulum humeri, auf dem das Ligamentum collaterale radiale bei den Bewegungen unter stärkerem Druck gleitet, ist von einem dünnen Knorpelsaum bedeckt. Am medialen scharfen Rand der Trochlea, an der Spitze des Processus coronoideus, an dem Schnabel des Olecranon und am lateralen Rand des Radiuskopfes ist oft ein überknorpelter Streifen von wechselnder Breite zu finden, der niemals mit anderen Knochen in Berührung tritt (M.).

Die Kapsel umschließt die Enden der drei artikulierenden Knochen gemeinsam, so daß also das Gelenk eine einfache, wenn auch buchtige Höhle darstellt (*184*). Sie umschließt auch die nicht überknorpelten Gruben des Armbeines, in welche sich bei den Bewegungen die Enden der Unterarmknochen hineinlegen. Vorne zieht sich dem-

gemäß der Kapselraum an der Fossa coronoidea und radialis in je einen Zipfel aus, hinten umgreift der Ansatz die Fossa olecrani bogenförmig. Am Hals des Radius überschreitet sie ebenfalls die überknorpelte Fläche nach unten hin, sie ist dort unterhalb des Ligamentum anulare radii schlaff und sehr dünnwandig, Recessus sacciformis (*179*), und erscheint nach Injektion der Gelenkhöhle mit erstarrenden Massen wulstartig aufgetrieben. Die Spitze des Processus coronoideus und das Olecranon sind in den Kapselraum einbezogen.

Die Dicke der Kapsel ist da, wo ihr Verstärkungen fehlen, nicht bedeutend, am schwächsten ist sie an der hinteren Wand des Gelenkes (*180*), dort ist sie unter einem Fettpolster versteckt und wird in ihrem unteren Teil durch transversale, in der Mitte des oberen Teiles durch vertikale Fasern verstärkt; zu beiden Seiten dieser letzteren ist sie ganz dünn und leicht zerreißlich. Vorne und unten sind in die Kapsel ebenfalls stellenweise Faserzüge eingewebt, ohne daß sie sich jedoch als selbständige Haftbänder abgrenzen ließen, solche sind nur zu beiden Seiten und um den Radiuskopf herum vorhanden.

Das Ligamentum collaterale ulnare[1]) (*182*) besteht aus kurzen und straffen Fasern, welche sich vom Epicondylus medialis humeri radienförmig divergierend zum medialen Rand der Gelenkfläche der Ulna herüberstrecken. Zwischen einen vorderen und einen hinteren stärkeren Faserzug ist eine etwas weniger kräftige Platte eingeschaltet. Das Band verwebt sich mit Fasern, welche sich vom Olecranon zum Processus coronoideus über den konkaven Rand der Incisura semilunaris straff herüberspannen [2]); diese letzteren stehen in Beziehung zu den Ursprüngen der Beugemuskeln.

Das Ligamentum collaterale radiale[3]) (*181*) ist noch stärker als das ulnare. Es entspringt am Epicondylus ulnaris und teilt sich sogleich in zwei kräftige Schenkel, von welchen der vordere an den lateralen Rand des Processus coronoideus gelangt, während der hintere an den hinteren Rand der Incisura radialis ulnae herantritt und sich noch weiter distal bis zum Ursprung des M. supinator herab erstreckt. Das proximale Ende des Radius wird also von diesem Bande durchaus nicht berührt, während es mit dem Ringband untrennbar verwachsen ist.

Das Ligamentum anulare radii (*183*) ist ein Faserzug, welcher sich am vorderen und hinteren Rand der Incisura radialis ulnae anheftet und sie so zu einem nach unten trichterförmig verengten Ring ergänzt, welcher die Circumferentia radii eng umschließt. Das Band läßt sich von den auf seiner Außenseite aufliegenden Schenkeln des radialen Seitenbandes durchaus nicht sondern. Wo diese das Ringband verstärken, ist es ausnehmend kräftig, zwischen ihnen ist es schwächer. An seinem proximalen Umfang ist das Ringband vom Seitenband nicht scharf abgegrenzt, distalwärts endet es dagegen meist mit einem scharfen Rand, an welchen sich unvermittelt die dünne Bedeckung des Recessus sacciformis anschließt.

An ihrer vorderen und hinteren Wand ist die Außenseite der Kapsel mit fetthaltigem Bindegewebe bedeckt. Beiderseits gehen auch von ihrer Innenseite fetthaltige Synovialfortsätze aus, welche die Räume auszufüllen haben, die bei Beugung und Streckung abwechselnd vom Processus coronoideus und vom Olecranon freigelassen werden. Das Radiusköpfchen ist allseitig von fetthaltigen Synovialfortsätzen umgeben, welche vorhandene Inkongruenzen ausgleichen. Kleine fetthaltige oder fett-

[1]) Ligamentum accessorium mediale.
[2]) Ligamentum Cooperi.
[3]) Ligamentum accessorium laterale.

lose Zotten und Falten gehen vom Armbein am vorderen und hinteren Rand der Trochlea aus, andere auch vom Radius und von einzelnen Stellen der Kapsel.

Zur Spannung der Kapsel bei den verschiedenen Bewegungen des Gelenkes sind die Sehnen einer ganzen Anzahl von in der Nähe sich anheftenden Muskeln mit der Kapsel und ihren Verstärkungsbändern verwebt: M. brachialis, supinator, extensores carpi, anconaeus, triceps, flexor carpi ulnaris.

Die Arterien des Ellbogengelenkes werden vom Rete articulare cubiti abgegeben, welches von sämtlichen benachbarten Arterien gespeist wird. A. collateralis radialis und ulnaris werden durch eine stärkere quere Anastomose über dem Olecranon verbunden. Das Netz der Vorderseite ist schwächer ausgebildet; zu den Ästen, welche die Aa. collaterales und recurrentes senden, kommt noch ein Zweig, welcher von der A. brachialis oder ulnaris abgegeben wird und am unteren Ende des Ringbandes an das Gelenk herantritt.

Die Nerven des Ellbogengelenkes werden ähnlich den Arterien von sämtlichen die Gegend passierenden Stämmen abgegeben: N. medianus, musculocutaneus, ulnaris, radialis.

Das Ellbogengelenk ist an seiner Vorderseite durch ein dickes Weichteilpolster, bestehend aus Muskeln und Sehnen, vortrefflich geschützt. Dort verlaufen auch mit Ausnahme des N. ulnaris sämtliche Gefäße und Nerven der Gegend. Eine Hautfalte zieht bei der Beugung von einem Epicondylus zum anderen, dieselbe liegt jedoch nicht über der Gelenkspalte, sondern 17,5 mm proximal von ihr (Soulié 1901). Die Epicondylen sind beiderseits leicht abzutasten, ebenso der N. und Sulcus ulnaris, welche sich an der Rückseite des Epicondylus medialis unmittelbar auf dem Gelenk finden. Hinten ist das Gelenk am wenigsten geschützt, dort kommt zu beiden Seiten des Olecranon die Kapsel der Oberfläche sehr nahe. Verbindet man bei gestrecktem Arm die beiden Epicondylen durch eine Linie, dann liegt die stärkste Hervorragung des Olecranon auf ihr, jedoch nicht in der Mitte, sondern dem Epicondylus medialis um etwa 1 cm näher. Es setzt sich distalwärts in die ebenfalls deutlich fühlbare Kante der Ulna fort. An der medialen Seite des Olecranon wird das Gelenk gedeckt von dem in seiner Rinne liegenden N. ulnaris, an der lateralen Seite kann man den lateralen Rand der Trochlea heraustasten. Daneben folgt das Capitulum humeri, distal davon die rinnenförmig sich anfühlende Gelenkspalte und endlich das Capitulum radii, alles sehr deutlich. In der Beugestellung tritt das Olecranon herab und schließt mit den beiden Epicondylen ein Dreieck mit oberer Basis und unterer Spitze ein. Bei rechtwinkeliger Beugung steht es 3 cm, bei extremer Beugung 5 cm unter der die Epicondylen verbindenden Linie. Das Capitulum humeri tritt jetzt deutlicher hervor, weil das Radiusköpfchen nach vorn ausgewichen ist.

Praktische Bemerkungen. Kinder können in der Regel das Ellbogengelenk überstrecken (Fick), auch bei erwachsenen Frauen, besonders grazilen Personen mit kleinerem Olecranon beobachtet man nicht selten das gleiche. Man darf dies nicht für pathologisch halten. Umgekehrt vermögen sehr muskelstarke Männer das Gelenk oft nicht einmal bis zur Geraden zu strecken. Die komplizierte Beschaffenheit des Ellbogengelenkes macht auch seine Erkrankungen und Verletzungen kompliziert. Bei einem in den Gelenkraum gesetzten Erguß stellt sich das Gelenk in halbe Beugung, da in dieser Stellung der Gelenkraum am geräumigsten ist. Eine Flüssigkeitsansammlung dehnt die Kapsel am ersten an der lateralen Seite des Olecranon zwischen ihm und dem Capitulum radii, da sie dort am dünnsten ist; an gleicher Stelle wird auch am häufigsten ein Durchbruch der Kapsel beobachtet. Der Recessus sacciformis, welcher ebenfalls von einer sehr dünnen Kapselmembran bedeckt wird, neigt dazu viel weniger, wohl weil auf ihm der M. supinator fest aufliegt. Die Kapsel und der ganze Bandapparat ist in der Kinderzeit zart und schwach, so daß es sehr leicht zu Luxationen und Subluxationen kommen kann,

so besonders zu einem Herausschlüpfen des Radiuskopfes aus seinem Ringband. Die beiden Seitenbänder sind so kräftig, daß sie bei Verletzungen oft besser Widerstand leisten, wie der Knochen, an dem sie befestigt sind, so daß dann ein Epicondylus abreißt, das Band aber intakt bleibt. Reißt einmal das Ringband des Radiusköpfchens ab, dann geschieht dies häufiger an der Vorderseite, weil es dort schwächer ist, wie hinten (Fick). Luxationen kommen am häufigsten nach hinten vor; durch eine Überstreckung reißt die Vorderseite der Kapsel ein, die Unterarmknochen gleiten nach hinten und der Proc. coronoideus ulnae stellt sich in die Fossa olecrani. Natürlich können auch noch mancherlei andere Gewalteinwirkungen den gleichen Effekt erzielen. Luxationen nach vorne sollte man aus anatomischen Gründen für unmöglich halten, da das Olecranon wie ein Haken die Trochlea umgreift. Sie sind auch selten, doch kommen sie immerhin unzweifelhaft vor und man versteht auch, daß eine heftige Gewalteinwirkung auf das Olecranon bei maximal gebeugtem Gelenk dasselbe ohne Bruch nach vorwärts verschieben kann. Seitliche Luxationen sind gewöhnlich mit einer Fraktur desjenigen Epicondylus verbunden, von welchem die Unterarmknochen wegrücken. Bei allen diesen Luxationen bleiben die beiden Unterarmknochen durch das Ligamentum anulare radii verbunden, so daß auch eine gewisse Möglichkeit der Pronation und Supination erhalten bleibt, wird aber bei einer Luxation die Ulna nach hinten, der Radius nach vorne disloziert, was jedoch nur sehr selten vorkommt, dann zerreißt dabei das Ringband des Radius, dasselbe geschieht auch bei isolierter Verrenkung des Radiusköpfchens.

Von den verschiedenen Frakturen, welche das Gelenkende des Humerus betreffen können, war schon die Rede (S. 116), auch die proximalen Enden der beiden Unterarmknochen können natürlich Frakturen erleiden; es kann das Olecranon, der Proc. coronoideus und das Radiusköpfchen abbrechen. Alle diese Brüche sind intrakapsulär und zugleich extrakapsulär. Bei einer Fraktur des Olecranon zieht der an ihm befestigte M. triceps das abgebrochene Stück meist in die Höhe, so daß eine Diastase der Bruchflächen entsteht.

Epiphysenlösungen kommen am Humerus und an den Unterarmknochen vor. „Bricht die ganze Humerusepiphyse ab, so tritt aller Wahrscheinlichkeit nach eine Kapselzerreißung in der Fossa olecrani ein; eine Fraktur des Gelenkknorpels wird erfolgen bei der — allein freilich unwahrscheinlichen — Trennung der Trochleaepiphyse oder derjenigen des Capitulum humeri mit oder ohne den Epicondylus lateralis. Unvermeidlich ist ferner eine Kapseleröffnung bei der Ablösung des Olecranon. Am ehesten möglich ohne Zerreißung der Gelenkmembran erscheint eine Abtrennung des Köpfchens des Radius — auszuschließen ist aber bei der Länge des den oberen Teil des Knochens umhüllenden Kapselsackes diese Gefahr gewiß auch nicht" (v. Brunn 1881). Bei einer Ablösung des Epicondylus medialis allein bleibt das Gelenk unberührt.

### f) Haftbänder des Unterarmes.

#### α) Membrana interossea antebrachii[1]).

Eine Membran (*185*), welche zwischen den Cristae interosseae der beiden Unterarmknochen, wie in einem Rahmen ausgespannt ist. Sie begrenzt mit ihrem oberen Rand die Lücke, durch welche die Vasa interossea posteriora zur Dorsalseite des Armes gelangen und zeigt in der Nähe des unteren Randes regelmäßig ein Loch zum Durchtritt des Endes der A. interossea anterior; auch andere variable Öffnungen können in verschiedener Zahl vorhanden sein. Die Membran besteht aus sehnigglänzenden Faserzügen, welche im wesentlichen vom Radius zur Ulna schräg abwärts verlaufen, doch kommen auch Fasern anderer Richtung vor, besonders am proximalen und distalen Ende und auf der Rückseite. Die Membran ist an den beiden Unterarmknochen so befestigt, daß sie in der Mittelstellung am straffsten gespannt ist, während sie bei vollendeter Pronation und Supination schlaffer wird. Bei ersterer wölbt sie sich etwas nach hinten aus, bei letzterer nach vorn. Ihre mechanische Wirkung aber vermag sie in jeder Stellung auszuüben, gleichgültig ob der Arm in Pronation oder in Supination steht. Diese Wirkung schildert Feßler (1894) so, daß er sagt: „Das eigentlich tragende und die Festigkeit des Unterarmes bedingende Moment

[1]) Ligamentum interosseum.

liegt nicht in dem einen oder dem anderen Ende der beiden Knochen allein, sondern in ihrer Zusammengehörigkeit durch die fibröse Verbindung: es geht von der Hand aus und der größte Teil einer ziehenden oder drückenden Kraft durch den Radius, von diesem aber allmählich nach aufwärts auf die Ulna über, so daß im Ellbogengelenk so ziemlich die ganze Kraft von der Ulna aufgenommen wird. Die Ebene, in welcher die Kraft wirkt und die Zugachse des Unterarmes gehen also vom unteren Ende des Radius (seiner breiten Basis) diagonal durch die Membrana interossea zum oberen Ende der Ulna (ihrer breiten Basis), ganz entsprechend der Konstruktion dieser Knochen."

β) Chorda obliquà antebrachii[1]).

Plattrundlicher Sehnenstreif (*179, 185*), welcher von der lateralen Seite der Tuberositas ulnae schräg abwärts zum Radius verläuft, an welchen er sich unterhalb seiner Tuberosität anheftet. Beschränkt die Supination. Die Ausbildung des eigentlich nur dem Menschen zukommenden Bandstreifens wechselt sehr; man kann die Chorda obliqua ganz vermissen, sie kann sich auch verdoppeln. Über ihre morphologische Bedeutung herrschen Meinungsverschiedenheiten. Forster (1905) hält sie einem accessorischen Muskelbündel für gleichwertig, welches ursprünglich zum Flexor pollicis longus hinging.

Die stärkeren Faserzüge an der Rückseite der Membrana interossea, welche von der Ulna zum Radius absteigen, bezeichnet Forster als Chorda obliqua antebrachii posterior; sie sollen gleichwertig mit einem Muskelbündel des M. abductor pollicis longus sein.

## g) Articulatio radio-ulnaris distalis.

Als Pfanne für das Köpfchen der Ulna mit seiner Circumferentia articularis dient die Incisura ulnaris radialis und eine von ihr ausgehende dreiseitige Bandscheibe, Discus articularis[2]) (*200*), welche aus eng verfilztem Bindegewebe besteht, dem einige Knorpelzellen beigemischt sind. Einerseits geht sie vom unteren Rand der Incisura ulnaris radii aus und es setzt sich ihre distale Oberfläche geradezu aus dem Knorpelüberzug der unteren Radiusfläche fort, andererseits heftet sie sich mit einem Strang an der Wurzel des Griffelfortsatzes der Ulna an, mit einem anderen an diesem selbst. Der Raum zwischen beiden Strängen wird von einem lockeren, gefäßreichen Bindegewebe ausgefüllt[3]).

In einer Reihe von Fällen (ca. 40 %, Testut) besitzt der Discus eine schlitzförmige Spalte, welche in das Handgelenk hineinführt. Der Discus ist in der Mitte am dünnsten; bei alten Leuten kann er dort von einem Loch durchbrochen sein (Fick).

Die Artikulationsebene des Gelenkes ist im stumpfen Winkel geknickt, ein Teil vertikal, zwischen Incisura ulnaris radii und Circumferentia articularis ulnae, der andere schräg medianwärts abfallend zwischen der Endfläche der Ulna und der oberen Fläche der Bandscheibe (M.-H.).

Die Kapsel ist schlaff, aber stark. Sie ist an den Knorpelrändern und am Rande des Discus angeheftet; sie hängt direkt mit der des Handgelenkes zusammen. Nur nach oben, zwischen den beiden Unterarmknochen überschreitet sie den Knorpelrand mit einem blindsackähnlichen Fortsatz, Recessus sacciformis. Synovial-

[1]) Chorda transversa.
[2]) Meniscus.
[3]) Daher der Name: Ligamentum suberuentum.

zotten sind in individuell verschiedener Menge vorhanden. Präparierbare Verstärkungsbänder existieren nicht. Der M. pronator quadratus wirkt als Kapselspanner.

Arterien und Nerven werden von den A. und Nn. interossei dorsales und volares geliefert.

Das distale Radioulnargelenk vervollständigt das proximale in seiner Wirkung. Beide legen vereint den Radius bald schräg gekreuzt über die Ulna, bald diesem Knochen parallel. Die erstere Bewegung bezeichnet man als Pronation, die letztere als Supination. Steht der Radius in der Diagonale, dann muß natürlich die Entfernung vom Oberarm bis zu den Fingerspitzen etwas kürzer sein, als wenn er der Ulna parallel steht, was man in der Tat leicht nachweisen kann, wenn man die Länge das eine Mal in Pronation, das andere Mal in Supination mißt. Obgleich es auf den ersten Blick verwundern könnte, so ist doch die Pronationsstellung die ungezwungene und natürliche, in welcher man unbewußt verharrt, wenn nicht ein besonderer Willensakt den Unterarm die Supinationsstellung einnehmen läßt.

Die Achse für die Rotationsbewegung geht proximal durch den Mittelpunkt des Radiusköpfchens, distal durch den des Köpfchens der Ulna und es schwingt sich das untere Ende des Radius um das letztere Ende herum, wobei die am Radius befestigte Hand dessen Drehungen passiv folgt. Die alte Streitfrage, ob sich die Ulna an der Pronations- und Supinationsbewegung beteiligt, entscheidet Hultkrantz (1897) dahin, daß dies eigentlich nicht der Fall ist. Geringe Bewegungen der Ulna scheinen Wackelbewegungen zu sein, hervorgerufen durch die Ungenauigkeit der Gelenkflächen und durch die Muskelaktionen. Reine Pronations- und Supinationsbewegung im Bereich der Unterarmknochen werden für gewöhnlich nur bei gebeugtem Ellbogengelenk ausgeführt, bei gestrecktem wird auch die Torsionsmöglichkeiti im Oberarmgelenk mit herangezogen. Will man deshalb die beiden bei einer klinischen Untersuchung sicher voneinander trennen, dann muß man die Prüfung bei gebeugtem Ellbogengelenk vornehmen.

Praktische Bemerkungen. Bei Brüchen der beiden Unterarmknochen ist es von Wichtigkeit, bei der Heilung eine Verwachsung der beiden unter sich zu vermeiden, welche dadurch begünstigt wird, daß die beiden Pronatoren bestrebt sind, die Bruchenden beider Knochen vermöge ihrer Insertionsverhältnisse einander zu nähern. Vom anatomischen Standpunkt ist es am zweckmäßigsten, den Verband in der Mittelstellung anzulegen, da in dieser die Knochen weiter voneinander entfernt sind, als bei der oft gewählten reinen Supinationsstellung (Fick 1911).

Isolierte Luxationen des unteren Radioulnargelenkes werden nicht häufig beobachtet, meist sind sie mit Brüchen der Unterarmknochen verbunden.

## h) Knochen der Hand.

### α) Handwurzelknochen, Ossa carpi.

Die Carpalknochen (*186—193*) sind in zwei Reihen angeordnet, einer proximalen und einer distalen. Die erstere Reihe ist bogenförmig gestaltet (*194*), und es verbindet sich mit der Konvexität des Bogens der Unterarm, während in die Konkavität die distale Reihe eingreift. Diese steht ihrerseits wieder mit den Metatarsalknochen in Verbindung. Die Namen der Handwurzelknochen sind von der Daumenseite aus gezählt:

Proximale Reihe: Kahnbein, Os naviculare manus[1]), Mondbein, Os lunatum[2]), Pyramidenbein, Os pyramidale[3]), Erbsenbein, Os pisiforme[4]).

[1]) Os scaphoideum. [2]) Os semilunare.
[3]) Os triquetrum, triangulare, cuneiforme.
[4]) Os subrotundum, rotundum, articulare.

Distale Reihe: Großes, vieleckiges Bein, Os trapezium[1]), kleines, vieleckiges Bein, Os trapezoides[2]), Kopfbein, Os capitatum[3]), Hakenbein, Os hamatum[4]).

Schon aus der Aufzählung geht hervor, daß die Handwurzelknochen in mehrfacher Hinsicht von dem oben (S. 105) gegebenen Schema abweichen. Die proximale Reihe läßt allerdings im Kahnbein das Os radiale, im Mondbein das Os intermedium, im Pyramidenbein das Os ulnare erkennen, das Erbsenbein aber ist diesem letzteren an seiner volaren Seite aufgesetzt. Über seine Bedeutung gibt es verschiedene Ansichten, am wahrscheinlichsten ist es als ein in der Sehne des M. flexor carpi ulnaris liegendes Sesambein zu betrachten. Ein Os centrale vermißt man, dieser Knochen wird allerdings während der Entwickelung angelegt, verschmilzt jedoch frühzeitig mit dem Kahnbein. Die distale Reihe der Ossa carpalia müßte fünf Knochen enthalten, sie enthält ihrer aber nur vier, da das Hakenbein zwei der im Schema getrennten Knochen in sich vereinigt.

Betrachtet man für einen Augenblick jeden der Handwurzelknochen (abgesehen vom Erbsenbein) als einen Würfel, dann kann man sagen, daß er die eine Seite dem Handrücken, die andere der Hohlhand zuwendet; beide sind rauh und werden von Gefäßlöchern durchbohrt. Eine dritte und vierte Seite ist überknorpelt und dient zur Verbindung einerseits mit dem Unterarm, andererseits zu der zwischen beiden Reihen der Handwurzelknochen selbst und drittens zu der mit den Metacarpalknochen; eine fünfte und sechste Seite vermittelt den Zusammenhang der in jeder Reihe liegenden Knochen unter sich. Auch diese Seiten sind überknorpelt, nur an dem radialen und ulnaren Rand der Handwurzel ist dies nicht der Fall, dort gehen die Dorsal- und Volarflächen der abschließenden Knochen durch rauhe Seitenflächen ineinander über.

In Wirklichkeit weicht freilich die Form der einzelnen Handwurzelknochen nicht unbeträchtlich von der eines Würfels ab.

Das Kahnbein (*186*) ist an der dem Radius zugekehrten Seite konvex, an der dem Kopfbein zugekehrten konkav gewölbt. Dem Trapezbein wendet es ebenfalls eine konkave Seite zu, an der volaren Seite des Knochens schließt sich an diese letztere Gelenkfläche ein glatter Vorsprung an, Tuberositas[5]) ossis navicularis. Die dorsale Fläche ist auf eine schmale, zwischen den Gelenkflächen verlaufende rauhe Furche reduziert.

Das Mondbein (*187*) ist ebenfalls konvex-konkav gestaltet, es steht einerseits mit dem Radius, andererseits mit dem Kopfbein in Verbindung. Die übrigen Seiten bieten nichts Bemerkenswertes, nur ist die dorsale (*195*) beträchtlich kleiner als die volare.

Das Pyramidenbein (*188*) trägt seinen Namen mit Recht, seine Gelenkflächen wenden sich dem Hakenbein und dem Mondbein zu. Außerdem befindet sich an seiner volaren Seite noch eine rundliche Gelenkfläche, auf welcher das Erbsenbein ruht.

---

[1]) Os trapezoides, rhomboides, multangulum majus.

[2]) Os trapezium minus, pyramidale, multangulum minus. Die oben benützten Namen Os trapezium und trapezoides erweisen sich praktischer als die von der Nomenklaturkommission vorgeschlagenen: Os multangulum majus und minus, da sich von diesen keine Zusammensetzungen bilden lassen, wie man sie bei den Bändern gelegentlich nötig hat.

[3]) Os magnum.

[4]) Os uneiforme, cuneiforme.

[5]) Tuberculum.

Das Erbsenbein (*189*) ist rundlich, mit einer Gelenkfläche für das Pyramidenbein versehen. Es ist an der Ulnarseite der Handwurzel leicht durch die Haut zu fühlen.

Am Trapezbein (*190*) ist die sattelförmige Gelenkfläche für den Metacarpalknochen des Daumens besonders charakteristisch. Seine übrigen Gelenkflächen wenden sich gegen das Kahnbein und das Trapezoidbein. Auch mit dem zweiten Metacarpalknochen steht eine Facette in Verbindung. Die Rückseite trägt an der ulnaren und radialen Ecke je einen kleinen Höcker, die Volarseite einen starken Vorsprung, Tuberositas[1]), daneben eine tiefe Furche für die Sehne des M. flexor carpi radialis.

Das Trapezoidbein (*191*) ist der kleinste Handwurzelknochen; er trägt Gelenkflächen für das Trapezbein, Kahnbein, Kopfbein und den zweiten Mittelhandknochen.

Das Kopfbein (*192*) ist der größte Handwurzelknochen. Sein gerundeter Kopf, Capitulum, liegt in der Höhlung des Kahn- und Mondbeines (*194*). Er ist durch einen eingeschnürten Hals vom Körper des Knochens abgesetzt. Sein distales Ende trägt eine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem dritten Metacarpalknochen, an der radialen Seite findet man eine solche für das Trapezoidbein und eine Facette für den zweiten Mittelhandknochen, an der ulnaren für das Hakenbein nebst einer Facette für den vierten Mittelhandknochen.

Das Hakenbein (*193*) artikuliert mit Pyramidenbein, Mondbein, Kopfbein und dem vierten und fünften Mittelhandknochen. Es zeichnet sich besonders aus durch seinen Haken, Hamulus[2]), einen platten Fortsatz mit radial konkaver, ulnar konvexer Seite.

Wie oben schon erwähnt wurde, bilden die Handwurzelknochen zwei Reihen, von welchen die proximale bogenförmig gekrümmt ist. In die Höhlung des Bogens legt sich Kopf- und Hakenbein. Die beiden anderen Knochen der distalen Reihe, Trapez- und Trapezoidbein haben mit dem Bogen nichts zu tun, sie sind seitlich an die proximale Reihe angesetzt (*194*). Außerdem besitzt die Dorsalfläche der Handwurzel im ganzen eine konvexe, die Volarfläche eine konkave Krümmung. Die Krümmung ist an sich gerade nicht bedeutend, die Konkavität der Volarseite wird aber erheblich vertieft durch die vorspringenden Eminentiae carpi (*194*), unter welchem Namen man an der radialen Seite die Tuberositäten des Kahnbeines und des Trapezbeines, an der ulnaren Erbsenbein und Haken des Hakenbeines versteht. Die so entstehende grubenartige Vertiefung nennt man Sulcus carpi; sie wird durch ein die Eminentiae verbindendes Band zum Canalis carpi ergänzt.

Die Struktur der Handwurzelknochen ist eine zart spongiöse. Ihr Periost wird an vielen Stellen durch Bänder erheblich verstärkt. Jeder Handwurzelknochen erhält mehrere Arterien aus dem Rete carpeum. Die stärksten treten von der Dorsalseite heran und gelangen nur dort in sie hinein, wo sich keine Bänder anheften, sondern wo sie nur von Periost überzogen sind.

Entwickelung. Alle Handwurzelknochen sind zur Zeit der Geburt knorpelig; sie verknöchern meist von einem einzigen Knochenkern aus, doch sind auch gelegentlich fast in allen zwei Kerne beobachtet worden, welche dann in der Folge zusammenfließen. Nach Pryor (1908) treten bei weiblichen Kindern die Knochenkerne früher auf, als bei männlichen. Im Laufe des ersten Lebensjahres erscheinen sie erst im Os capitatum, dann im hamatum; im zweiten bis dritten Jahr folgt das Os pyramidale, ein Jahr später das lunatum; wieder ein Jahr später das navicu-

[1]) Tuberculum.

[2]) Processus hamatus, Proc. uncinatus.

lare. Im Os trapezium und trapezoides erscheinen die Kerne zwischen viertem und sechstem Jahr, im pisiforme zuletzt, um das 10.—12. Jahr herum. Der Haken des Hakenbeines beginnt ebenfalls erst um diese Zeit zu verknöchern, er besitzt zuweilen einen besonderen Knochenkern, welcher eventuell dauernd isoliert bleiben kann.

Varietäten. In seltenen Fällen hat man Verwachsungen von Handwurzelknochen beobachtet. Eine Vermehrung derselben ist dagegen häufig; dabei handelt es sich um ein Isoliertbleiben des Os centrale und um die Teilung von Handwurzelknochen dadurch, daß Knochenkerne, welche normalerweise zusammenfließen, getrennt bleiben. Allerdings hat man sich davor zu hüten, alte Brüche eines Handwurzelknochens für eine ursprüngliche Teilung zu halten. Pfitzner (1895) stellt in einer sorgfältigen Arbeit alle bisher beobachteten Varietäten zusammen.

### β) Mittelhandknochen, Ossa metacarpi.

Die fünf Mittelhandknochen (*194*, *195*) sind Röhrenknochen mit einem schlankeren Mittelstück und zwei verdickten Enden. Das proximale heißt Basis, das distale Capitulum. Die Knochen sind im ganzen leicht volarwärts gekrümmt, eine Krümmung, welche dadurch verstärkt ist, daß das Mittelstück an seiner volaren Seite vom Capitulum überragt wird.

Die Mittelhandknochen der vier dreigliederigen Finger sind im wesentlichen gleich gestaltet. Ihre Basen tragen je eine, eventuell auch zwei Gelenkflächen zur Artikulation mit den Knochen der distalen Handwurzelreihe und an den einander zugewandten Seiten ebenfalls überknorpelte Flächen zur Artikulation mit dem benachbarten Metacarpalknochen. Distal von diesen bemerkt man Grübchen zum Ansatz von Bändern. Die Basis des zweiten Mittelhandknochens ist tief eingeschnitten und zweizackig, die dorsale Seite des dritten ist mit einer radial vorragenden Zacke versehen, Processus styloideus (*195*), an welche sich der M. extensor carpi radialis brevis anheftet. Die Basis des fünften Mittelhandknochens trägt an ihrer freien ulnaren Seite einen stumpfen Höcker.

Von der dorsalen Seite der Basis geht eine Kante aus, welche sich auf dem Körper bald in zwei teilt, die bis zum Köpfchen hin zu verfolgen sind; sie fassen eine glatte, zwickelförmige Fläche zwischen sich. An der Volarseite findet das Umgekehrte statt.

Die Köpfchen besitzen eine nahezu kugelige Gelenkfläche, deren vorderer Rand in zwei Zipfel ausläuft. Zu beiden Seiten des Köpfchens findet man einen Eindruck zur Aufnahme von Bändern.

Der Mittelhandknochen des Daumens trägt an seiner Basis eine sattelförmige Gelenkfläche, welche mit der des Trapezbeines korrespondiert, überknorpelte Seitenflächen sind nicht vorhanden. Wie der Mittelhandknochen des kleinen Fingers besitzt auch der des Daumens an seiner freien Seite einen stumpfen Höcker. Der Körper ist dreiseitig prismatisch und es wird die glatte dorsale Fläche jederseits durch eine Kante von der volaren getrennt. Die Gelenkfläche des Köpfchens ist mehr cylindrisch gestaltet. Sie setzt sich volar in zwei besonders stark ausgebildete Zipfel fort, auf welchen die beiden Sesambeine (siehe unten) artikulieren.

Der Mittelhandknochen des Daumens ist der dickste und kürzeste, der des zweiten Fingers der längste; von ihm aus nehmen die übrigen an Länge ab. Die verdickten proximalen und distalen Enden der Mittelhandknochen der dreigliederigen Finger stoßen aneinander. Zwischen den verschmächtigten Körpern aber bleiben spindelförmig zugespitzte Räume, Spatia interossea, welche durch Muskeln ausgefüllt werden.

Ihrer Struktur nach sind die Mittelhandknochen typische Röhrenknochen. Die Ernährungslöcher der Körper liegen im zweiten bis fünften am Daumenrand und führen in proximalwärts gerichtete Kanäle, im Körper des ersten liegt das Foramen nutricium am Kleinfingerrand und geht in einen distalwärts gerichteten Kanal über.

### γ) Fingerknochen, Phalanges.

Die Fingerknochen (*194, 195*) sind, wie bekannt, am zweiten bis fünften Finger drei, am Daumen zwei an Zahl. Sie sind wie die Mittelhandknochen Röhrenknochen und ähneln diesen auch in ihrer ganzen Erscheinung. Man unterscheidet sie als Grundphalanx, Mittelphalanx und Endphalanx. Dem Daumen fehlt die Mittelphalanx. Nach der Fingerspitze zu werden die Phalangen immer kürzer und dünner. Ihre Körper sind sämtlich wie die Mittelhandknochen der Länge nach dorsal konvex, volar konkav gebogen. Die Konkavität wird noch dadurch verstärkt, daß sowohl das proximale, wie das distale Ende volarwärts vorspringt. Die Dorsalfläche ist außerdem in transversaler Richtung gewölbt, die volare Fläche plan oder leicht konkav. Letztere wird beiderseits von einer rauhen und scharfen Kante zum Ansatz der Scheidenbänder gegen die Dorsalfläche abgegrenzt.

Die Basis der Grundphalangen besitzt ein flach gehöhltes Gelenkgrübchen, der Kopf eine querliegende, in der Mitte vertiefte Rolle, Trochlea. Ihr entspricht eine Pfanne an der Basis der Mittelphalanx, welche mit einer Führungsleiste versehen ist, die in die Vertiefung der Rolle der Grundphalanx eingreift. Distales Ende der Mittelphalanx und proximales der Endphalanx artikulieren in gleicher Weise. Das distale Ende der Endphalanx ist zu einer breiten Platte umgewandelt, welche an ihrem freien Ende von einem rauhen Saum umgeben ist, der oft mit spitzen, proximalwärts gerichteten Zacken den Seitenrand der Phalange überragt, Tuberositas unguicularis. Vertiefungen zu beiden Seiten der Köpfchen der Grund- und Mittelphalangen sind zur Aufnahme von Bändern bestimmt.

Die Länge der einzelnen Finger im Verhältnis zu den anderen Fingern derselben Hand ist im ganzen ziemlich konstant. Der Mittelfinger ist am längsten, dann folgen 4, 2, 5, 1. Die Länge von 4 und 2 differiert oft nur wenig. Die relative Länge der Grundphalangen ist: 3, 4, 2, 5, 1, der Mittelphalangen 3, 4, 2, 5, die Endphalangen sind sehr verschieden lang (Braune und Fischer 1887).

Die Ernährungslöcher haben eine unbeständige Lage auf der Volarfläche; die Kanäle, in welche sie führen, sind distalwärts gerichtet (M.-H.).

### Sesambeine, Ossa sesamoidea.

Die Sesambeine (*194*) führen ihren Namen von den Samenkörnern des Sesams, denen sie hier an der Hand an Größe und Form nicht unähnlich sind. Sie gehören dem Skelet im engeren Sinne nicht an, da sie knöcherne Einlagerungen in Sehnen darstellen. Beim Menschen und den ihm nahestehenden Säugern sind sie als in Rückbildung begriffen anzusehen. Bei niederen Säugetieren sind sie weit besser ausgebildet. Ihrer zwei finden sich regelmäßig auf der Volarseite des Köpfchens des Mittelhandknochens des Daumens. Auch den übrigen Fingern gehören nach Pfitzner (1892) ursprünglich zwei solche an, ein radiales und ein ulnares. Doch sind sie in Wirklichkeit sehr variabel und können an den dreigliederigen Fingern ganz fehlen. Das ulnare Sesambein des kleinen Fingers kommt in 76,5 % der Fälle, das radiale des Zeigefingers in 45,9 % vor. Alle übrigen sind selten. In der Kapsel des Interphalangealgelenkes des Daumens ist ein Sesambein häufig, dreimal wurde ein solches

im distalen Interphalangealgelenk des Zeigefingers gefunden, an anderen Fingergelenken hat man sie nicht gesehen.

Entwickelung (*270*, *271*). Die Entwickelung im Schaft der Mittelhandknochen und der Phalangen erfolgt allenthalben ganz in gleicher Weise und zur Zeit der Geburt sind nur die beiden Enden derselben noch knorpelig. Im weiblichen Geschlecht erscheinen nach Pryor (1906) die Epiphysen früher als im männlichen, und es ist die Schlußentwickelung der weiblichen Hand der der männlichen um etwa zwei Jahre voraus. Die Kerne in den Mittelhandknochen beginnen in der neunten Woche aufzutreten, in den Phalangen erst um die Mitte des dritten Fetalmonats. Eine Ausnahme macht die Endphalanx des Daumens, deren Kern schon um die siebente bis achte Fetalwoche auftritt. Der erste Kern der Mittelhandknochen ist der des zweiten Fingers, dann folgen dritter, vierter, fünfter und zuletzt erster. Bei den Grundphalangen ist die Reihenfolge: 3, 4, 2, 5, 1; bei den Mittelphalangen ebenso, natürlich abgesehen vom Daumen, dem die Mittelphalanx fehlt. Bei den Endphalangen eröffnet die Reihe, wie gesagt, der Daumen. In den Endphalangen erscheint der Diaphysenkern nicht in der Mitte des Schaftes, wie sonst in den Röhrenknochen, sondern am distalen Ende. Man bekommt dadurch den Eindruck, als sei bei ihnen nur die proximale Hälfte der knorpeligen Phalanx zur Ausbildung gekommen (M.-H.). Epiphysenkerne treten in dem distalen Ende der Mittelhandknochen und umgekehrt im proximalen der Phalangen im zweiten bis dritten Jahr auf. Eine bemerkenswerte Ausnahme macht der Metacarpus des Daumens, welcher sich hierin wie eine Fingerphalanx verhält. Dies hat Veranlassung gegeben, ihn für die eigentliche Grundphalanx zu halten und anzunehmen, daß diesem Finger ein Metacarpalknochen gänzlich fehle. Trotzdem, daß auch die Form des ganzen Knochens in der Fetalzeit sehr an die einer Phalange erinnert, ist eine solche Annahme doch unrichtig. Die vergleichende Anatomie erweist, daß ursprünglich den Metacarpalknochen ein proximaler und distaler Epiphysenkern zukommt, von welchen beim Menschen jedoch einerseits der distale, andererseits der proximale allein zur Ausbildung kommt. Ausnahmsweise erhält auch der zweite Mittelhandknochen einen bald mit der Diaphyse verschmelzenden proximalen Knochenkern und am Daumen ist ein rudimentärer, distaler Epiphysenkern ganz gewöhnlich. Derselbe entsteht aber nicht gesondert, sondern wird von der Diaphyse aus pilzförmig in das Köpfchen hinein vorgetrieben (M.-H.). Man hat anzunehmen, daß das Mittelglied des Daumens aus einer Verschmelzung zweier Phalangen hervorgegangen ist. Die Verschmelzung der Epiphysen und Diaphysen erfolgt allenthalben um das 15.—20. Lebensjahr.

Die Sesambeine sind beim Fetus zahlreicher, als beim ausgebildeten Menschen (Thilenius). Ihre Verknöcherung erfolgt meist im 13.—14. Lebensjahr.

Varietäten. Die Stellung der Fingerglieder kann abnorm sein, sie können dorsal, volar und seitlich abweichen. Die meisten Varietäten der Mittelhandknochen und Fingerglieder bestehen in Entwickelungsstörungen. Sie können im ganzen oder im einzelnen die Norm überschreiten, sie können umgekehrt auch zu kurz werden (Brachydaktylie). Man findet ein Fehlen oder eine verkümmerte Ausbildung größerer oder kleinerer Teile des Handskeletes. Verdoppelungen werden vielfach beobachtet, eine solche der ganzen Hand ist freilich eine sehr große Seltenheit. Vervielfältigungen einzelner Finger aber sind häufig, am häufigsten findet man sechs Finger an einer Hand, manchmal auch sieben. Mehr Finger, bis zu zehn, sind große Raritäten, welche meist nur in Gesellschaft mit anderen Bildungsfehlern beobachtet werden. Die überzähligen Finger sitzen gewöhnlich am radialen oder ulnaren Rande der Hand. Von einem skeletlosen Hautanhang bis zu einem richtigen Finger, selbst mit Metacarpus, kommen alle Übergänge vor. Daß einer der übrigen Finger verdoppelt ist, ist selten. Fälle von Überzahl der Finger können nicht als Stützen für die Hypothese einer sechsfingerigen Urhand benützt werden, es zeigt sich vielmehr stets, daß es sich lediglich um eine Spaltung von Fingerstrahlen handelt, welche eigentlich in normaler Zahl vorhanden sind. Ebenso wie Spaltungen, finden sich auch Verwachsungen von Fingern. — Einzelne Phalangen können fehlen, sie können auch in der Überzahl vorhanden sein, besonders gilt letzteres für den Daumen, welcher dann drei Glieder besitzt. Eine solche Varietät spricht ohne weiteres gegen die Auffassung des Metacarpus des Daumens als Grundphalanx, denn er ist dabei als vollkommen normaler Mittelhandknochen ausgebildet.

## l) Gelenke und Bänder an der Handwurzel.

Die Gelenke an der Handwurzel gehören vom Unterarm bis zu den Basen der Mittelhandknochen anatomisch und physiologisch auf das Engste zusammen, sie stehen

zumeist untereinander in offener Verbindung und wichtige Hilfsbänder erstrecken sich über größere Teile der Handwurzel hin. Im einzelnen pflegt man folgende Gelenke zu beschreiben: 1. Radiocarpalgelenk, Articulatio radiocarpea, 2. Intercarpalgelenk, Articulatio intercarpea, 3. Carpometacarpalgelenk, Articulatio carpometacarpea, 4. Daumencarpalgelenk, Articulatio carpometacarpea pollicis, 5. Erbsenbeingelenk, Articulatio ossis pisiformis. Dazu kommen noch die Gelenke, welche die Knochen der beiden Reihen der Handwurzel in querer Richtung miteinander verbinden.

### α) Articulatio radiocarpea.

Der Gelenkkopf wird von der proximalen Reihe der Handwurzelknochen gebildet, die Pfanne vom Radius und Discus articularis (*200*). Die Ulna ist ganz von der Gelenkbildung ausgeschlossen, weshalb auch die allein am Radius hängende Hand dessen Bewegungen bei der Pronation und Supination willenlos folgen muß.

Die Bandscheibe geht wie eine Art Fortsatz vom ulnaren Rand des Radius aus, so daß also die Gelenkfläche eine völlig ungeteilte ist. Sie verschmälert sich nach beiden Seiten hin, ihre größte Breite fällt mit der Stelle zusammen, an welcher Radius und Discus articularis zusammenstoßen. Der Gelenkkopf besteht aus den proximalen Gelenkflächen von Kahnbein, Mondbein und Pyramidenbein. Sie werden durch faserknorpelige Zwischenbänder (Ligamenta interossea, lunato-scaphoideum, lunato-pyramidale) ebenfalls zu einer einheitlichen Gelenkfläche vereinigt. Bei der Ruhestellung der Hand steht das Kahnbein dem erwähnten (S. 120) dreieckigen Teil der Gelenkfläche des Radius gegenüber, das Mondbein mit zwei Dritteln seiner Gelenkfläche der viereckigen, mit einem Drittel dem Discus; das Pyramidenbein wendet eine nur kleine überknorpelte Fläche dem Ansatz des Discus articularis am Processus styloideus ulnae und der Kapsel zu. Der Gelenkkopf besitzt eine in jedem Durchmesser erheblich größere Gelenkfläche, was auch für die ungehinderte Ausführung der Bewegungen notwendig ist.

Die Krümmung der Gelenkflächen ist eine ellipsoide und zwar beträgt die Länge des Krümmungshalbmessers für die radioulnare Krümmung der Pfanne etwa 4 cm, für die dorso-volare etwa 2 cm, die Bogenwerte sind 70° und 65° (Fick 1904). Die Krümmung des Gelenkkopfes ist eine etwas stärkere. Die Gelenkflächen sind im ganzen schief von proximal und ulnar nach distal und radial geneigt, wodurch die Möglichkeit der Radialflexion eine geringere wird, wie die der Ulnarbeugung.

Der Knorpelüberzug des Radius wird ulnarwärts dicker, derjenige der Carpalknochen ist in der Mitte des Mondbeines am dicksten. Im ganzen bewegt sich die Dicke um 1 mm herum. Die Kapsel setzt sich allenthalben dicht an den Rändern der Gelenkknorpel an; am kürzesten und am wenigsten dehnbar ist sie zwischen Radius und Mondbein. Sie ist geräumig und zeigt sich volar stärker als dorsal. Von der hinteren Wand und der ulnaren Ecke aus ragen Falten in die Gelenkhöhle hinein, von der vorderen und hinteren Wand springen sagittale, frenulumartige Bänder mit konkavem Rand im Zusammenhang mit den Ligamenta interossea der Handwurzelknochen in die Gelenkhöhle vor (Henle). Die Gelenkhöhle besitzt auch Ausbuchtungen, welche in Form und Größe wechselnd zwischen den bedeckenden Bändern, besonders an der Rückseite vortreten (M.).

Die Höhle des Radiocarpalgelenks ist öfters mit benachbarten Gelenken in Verbindung: durch eine schlitzförmige Öffnung des Discus mit dem distalen Radioulnargelenk, ferner mit dem Erbsenbeingelenk (nicht selten), und mit den Intercarpalgelenken.

Um die Gelenkspalte aufzufinden, wird man am besten von den beiden stets leicht durchzufühlenden Processus styloidei ausgehen. Der Gipfel der gebogenen Gelenklinie liegt etwa 1 cm proximal von der dieselben verbindenden Linie. Da aber die beiden Enden der Gelenklinie die Linie der Griffelfortsätze in distaler Richtung überschreiten, so kann man auch unterhalb derselben, besonders gut unter dem Processus styloideus ulnae in das Gelenk gelangen (Friedrich 1901).

### β) Articulatio intercarpea.

Das Intercarpalgelenk besitzt eine sehr komplizierte Form; es besteht aus zwei Abteilungen, von welchen die radiale die Artikulation des Trapez- und Trapezoidbeines mit dem Kahnbein, die ulnare die Artikulation des Kopf- und Hakenbeines mit den sämtlichen drei Knochen der ersten Reihe umfaßt. Die Krümmungen beider Teile sind ganz verschiedene, auch werden die Knochen der zweiten Reihe innerhalb jeder Abteilung fester zusammengehalten, während die beiden Abteilungen miteinander weniger fest verbunden sind. Was die Krümmung der Gelenkflächen anlangt, so ist in der radialen Abteilung die Gelenkfläche des Kahnbeins konvex, die des Trapez- und Trapezoidbeins konkav gewölbt. In der ulnaren Abteilung ist es umgekehrt; dort bilden die distalen Flächen von Kahn-, Mond- und Pyramidenbein eine gehöhlte Pfanne, in welcher der konvex gekrümmte Gelenkkopf des Kopf- und Hakenbeines gleitet. An der äußersten ulnaren Ecke kehrt sich die Krümmung wieder um, indem dort einer kleinen konvexen Fläche des Os pyramidale eine ebenso kleine konkave Fläche des Os hamatum gegenübersteht (M.).

Von dieser Gelenkhöhle gehen spaltförmige Fortsetzungen aus, welche sich zwischen den planen Seitenflächen der Knochen beider Reihen der Handwurzel erstrecken. Proximalwärts werden sie durch die erwähnten (S. 132) Zwischenknochenbänder abgeschlossen, auch distalwärts finden sich solche, ein Ligamentum trapezo-trapezoideum, trapezoideo-capitatum und capitato-hamatum (Fick) (*200*). Das erstgenannte ist kurz und stark, es verbindet die distal-volaren Ecken der beiden Knochen; das zweite ist nach der Ausbildung der Gelenkflächen verschieden gelagert. Das dritte zeichnet sich durch seine Höhe aus; es erfüllt nicht den ganzen Zwischenraum zwischen den Seitenflächen beider Knochen, dorsal von ihm erstreckt sich vielmehr die Gelenkspalte bis zum Carpometacarpalgelenk.

Der Knorpelüberzug im Intercarpalgelenk schwankt in seiner Dicke zwischen 0,5 und 1,0 mm. Sie wächst im ganzen nach der Mitte der beiden Gelenkköpfe hin (Werner). Der Knorpel gleicht Unebenheiten der Knochenoberflächen aus. Die Kapsel setzt sich allenthalben dicht an den Rand der überknorpelten Gelenkflächen an. Im Innern der Gelenkhöhlen findet man zahlreiche Synovialfalten, unter welchen sich eine volare und eine dorsale durch ihre Größe auszeichnen. Dorsalwärts gerichtete Divertikel der Innenhaut werden ebenso wie beim Radiocarpalgelenk beobachtet. Zwischen ihnen und den benachbarten Sehnenscheiden können Kommunikationen entstehen, welche für die Verbreitung pathologischer Ergüsse von Bedeutung sind (M.). Die Gelenkspalte liegt distalwärts von den Processus styloidei der Vorderarmknochen, da wo die Hand eben beginnt, sich zu verbreitern.

### γ) Articulatio carpometacarpea.

Das Carpometacarpalgelenk umfaßt die Verbindungen der distalen Reihe der Handwurzelknochen mit den Mittelhandknochen der dreigliederigen Finger. Die

Gelenkspalte ist ganz unregelmäßig. Es ist hervorzuheben, daß die Basis des zweiten Mittelhandknochens die breiteste ist, während das Trapezoidbein, mit welchem sie artikuliert, gerade der kleinste Handwurzelknochen ist. Sie überragt ihn daher auch nach beiden Seiten und stemmt sich dort an Facetten des Trapez- und Kopfbeines an (*220*).

Die Gelenkhöhle ist sehr buchtig, sie setzt sich proximalwärts in die Spalten zwischen den Knochen der zweiten Handwurzelreihe fort, distalwärts in die kleinen Gelenkspalten zwischen den einander zugekehrten Seitenflächen der Basen der Mittelhandknochen. Ein besonderer Typus der Überknorpelung ist nicht zu erkennen (Werner). Die Dicke schwankt zwischen 1/4 und 1 mm. Auch in dieses Gelenk ragen Synovialfalten von der Kapsel hinein, welch letztere sich dicht an den Knorpelrändern ansetzt. Ein Ligamentum carpo-metacarpeum interosseum durchsetzt die Ausbuchtung zwischen dem dritten und vierten Mittelhandknochen und teilt dadurch das kleine Gelenk in eine volare und eine dorsale Abteilung.

### δ) Articulatio carpometacarpea pollicis.

Ist gegen das Carpometacarpalgelenk der dreigliederigen Finger, mit dem es niemals zusammenhängt, in einem Winkel von etwa $45^0$ radialwärts geneigt. Es ist das ausgesprochenste Sattelgelenk des Körpers. Die Gelenkfläche des Trapezbeines ist in dorsovolarer Richtung konvex, in radioulnarer konkav, die Gelenkfläche des Metacarpalknochens umgekehrt. Der Gelenkknorpel hat eine Dicke wie an den übrigen Gelenken der Handwurzel; die Kapsel setzt sich am Trapezbein hart am Knorpelrand an, am Mittelhandknochen, besonders ulnar, bis zu 5 mm davon entfernt (Henle). Wie es die große Freiheit des Gelenkes verlangt, ist sie weit und schlaff. Eine in die Gelenkhöhle vorspringende ringförmige Synovialfalte gleicht Inkongruenzen aus.

### ε) Articulatio ossis pisiformis.

Gelenk zwischen Erbsenbein und volarer Fläche des Pyramidenbeines. Es liegt zwar in der Nähe der beiden Carpalgelenke, hat aber mit ihnen an sich nichts zu tun. Die Artikulationsebene ist ein sehr flacher Kugelabschnitt. Die fast gleichgroßen Gelenkflächen sind mit dünnem Knorpel überzogen; die Kapsel ist schlaff und zeigt sich nicht ganz unmittelbar an den Knorpelrändern angeheftet (Henle). Das Gelenk hängt nicht selten mit einer Aussackung am ulnaren Rand des Radiocarpalgelenkes zusammen.

### ζ) Haftbänder an der Handwurzel.

Die Haft- und Verstärkungsbänder haben die Aufgabe, den Zusammenhang der Handwurzel mit dem Unterarm zu sichern, die Carpalknochen selbst fest aneinander zu halten und mit den Mittelhandknochen zu verbinden. Ein Teil dieser Aufgabe muß stets in gleicher Weise, ein anderer Teil aber kann auch in individuell wechselnder Weise gelöst werden, woher es kommt, daß die Bänder im einzelnen keineswegs in allen Fällen ganz gleich verlaufen und gleich ausgebildet sind.

In erster Linie sind zu erwähnen die vom Radius zur Handwurzel ziehenden Verstärkungsbänder, Ligamentum radiocarpeum volare[1]) und dorsale[2]) (*196, 199*). Sie entspringen breit von dem volaren, beziehungsweise dorsalen Rand

[1]) Ligamentum rectum et obliquum.
[2]) Ligamentum rhomboideum.

der Gelenkfläche des Radius und von der Basis seines Griffelfortsatzes. Das volare Band teilt sich in mehrere Züge, welche zu den drei Knochen der proximalen Reihe und zum Kopfbein gelangen. Zwischen ihnen schieben sich divertikelartige Aussackungen der Handgelenkskapsel vor. Das dorsale Band sendet die Hauptmasse seiner Faserbündel zum Os pyramidale.

Auch vom Processus styloideus ulnae und dem Rand des Discus articularis gehen stärkere oder schwächere Bänderzüge aus, welche sich ausbreitend zum Os hamatum, pyramidale und capitatum gelangen: Ligamentum ulnocarpeum (Fick) (*196*). In einer Reihe von Fällen machen die volar gelegenen, von beiden Seiten schief zusammentretenden Fasern den Eindruck eines bogenförmigen Bänderzuges, was Veranlassung gegeben hat, von einem Ligamentum carpi arcuatum volare zu sprechen.

Zu beiden Seiten findet man die Ligamenta collateralia, radiale und ulnare[1]) (*196*), welche ebenfalls von den beiden Griffelfortsätzen ausgehen. Das radiale ist kräftig, es setzt sich am Kahnbein bis zu seiner Tuberosität herab an, das ulnare ist länger aber erheblich schwächer als das radiale; es gelangt zum Pyramiden- und Erbsenbein. In einer Reihe von Fällen besteht es nur aus einer blätterigen Bindegewebslage, in welcher sich nicht selten von Flüssigkeit erfüllte, schleimbeutelartige Räume finden (Henle). Auf die Pronation und Supination können die beiden Kollateralbänder keinen wesentlichen Einfluß ausüben, sie hemmen nur die Radial- und Ulnarflexion.

Was die Bänder anlangt, welche die einzelnen Handwurzelknochen miteinander verbinden, so sind dieselben an der Dorsalseite im ganzen einfacher. Dort bildet das Pyramidenbein eine Art von Centralpunkt, an welchem sich wichtigere Bänder zusammenfinden. Von der Ulna her kommen die hintersten, stärksten Züge des Lig. collaterale ulnare, vom Radius das Lig. radiocarpeum dorsale. Von ihm gehen Bänderzüge aus, welche zum Hakenbein und Kopfbein gelangen, von ihm geht auch das Ligamentum carpi arcuatum dorsale (Günther) aus (*199*). Es zieht im Bogen zur radialen Spitze des Kahnbeines hinüber, und es ruhen das Mondbein und der größte Teil des Kahnbeines auf ihm wie auf einer Schlinge. Es hemmt die Dorsalflexion. Im übrigen sind die einzelnen Knochen durch die kurzen Ligamenta intercarpea und carpometacarpea dorsalia miteinander verbunden. Der kräftigen Züge, welche vom Pyramidenbein zum Haken- und Kopfbein gelangen, wurde schon gedacht, von der distalen Seite des Lig. arcuatum gehen kräftige aber kurze und straffe Bändchen in der Richtung nach den Basen der Metacarpalknochen hin. Auch an schrägen und queren Verbindungen fehlt es nicht. Im ganzen sind sie auf der Ulnarseite kräftiger, als auf der Radialseite.

An der Volarseite ist zuerst des Ligamentum carpi transversum (*196*) zu gedenken, eines sehr kräftigen und straffen Bandes, welches sich brückenförmig zwischen den radialen und ulnaren Eminentiae carpi (S. 128) ausspannt. An seiner der Haut zugekehrten Fläche verwächst es mit dem der Fascie angehörigen Lig. carpi volare und der Sehne des M. palmaris longus, an der dem Knochen zugekehrten Seite wird es durch Fasern der tiefen Volarbänder verstärkt. Zwischen ihm und den Handwurzelknochen bleibt ein tunnelförmiger Raum, Canalis carpi, durch welchen die Sehnen der Beugemuskeln, sowie Nerven und Gefäße zur Hand und zu den Fingern gelangen (M.-H.). Es steht in naher Beziehung zu den an der Handwurzel entspringenden Muskeln.

[1]) Ligamenta carpi laterale, radiale und ulnare.

Von den tiefliegenden Bändern (*197*) ist besonders das Ligamentum carpi radiatum hervorzuheben. Die centrale Lage des Os capitatum, besonders seines Kopfes und Halses, macht diesen Knochen auch zum Centralpunkt für die Anheftung von Bänderzügen, welche von seiner volaren Fläche nach allen Seiten hin ausstrahlen, um sich an sämtlichen Knochen der Handwurzel anzuheften. Das Ligamentum radiatum liegt unmittelbar auf den Kapseln und ist mit ihnen verwebt. Außerdem werden auch die übrigen Knochen der Handwurzel unter sich und mit den Basen der Mittelhandknochen durch die kurzen Ligamenta intercarpea volaria und metacarpea volaria verbunden und ihre Gelenkkapseln durch sie verstärkt. Zwischen den Basen der Mittelhandknochen verlaufen quer die straffen Ligamenta basium oss. metacarp. dorsalia, interossea und volaria.

Die Kapsel des Carpometacarpalgelenkes des Daumens wird sowohl volar, wie dorsal durch kräftige Züge, welche vom Trapezbein zum Mittelhandknochen herabziehen, verstärkt (*196, 197, 199*).

Das Erbsenbein ist, wie erwähnt, als Sesambein in die Sehne des M. flexor carpi ulnaris eingelagert (S. 127). Diese tritt an den proximalen Umfang des Knochens heran und setzt sich vom distalen aus zu den definitiven Anheftungsstellen fort. Diese letzteren Sehnenzüge aber führen den Namen von Bändern, und zwar unterscheidet man ein kräftiges Ligamentum pisometacarpeum vom distalen Rand des Erbsenbeines zum Höcker des fünften Mittelhandknochens, und ein noch stärkeres Ligamentum pisohamatum, welches in schrägem Verlauf zum Haken des Hakenbeines gelangt, an welchem es sich sehr fest anheftet (*196, 197*).

Die Gelenke und Bänder an der Handwurzel beziehen ihr Blut vom Rete articulare carpi, welches seinerseits von der A. ulnaris, radialis und interossea vol. gespeist wird. Das Netz der Rückseite ist das stärkere. Äste der Aa. ulnaris und radialis gelangen von beiden Seiten her hinein, die A. interossea volaris durchbohrt die Membrana interossea und löst sich dann in dem dorsalen Netz der Handwurzel auf. Das volare Netz wird von feinen Ästen der gleichen Arterien und einem kleinen Zweig des tiefen Hohlhandbogens versorgt. Die Nerven der Dorsalseite werden vom N. interosseus dorsalis und Ramus dorsalis n. ulnaris abgegeben, die der Volarseite vom N. interosseus volaris und vom tiefen Ast des N. ulnaris.

Die Bewegungen des Handgelenkes vollziehen sich im Radiocarpalgelenk und im Intercarpalgelenk. Sie spielen sich ab als Volar- und Dorsalflexion, als Ulnar- und Radialflexion (oder -Abduktion). Die erstgenannte ist die am meisten, die letztgenannte die am wenigsten ausgiebige Bewegung. Sind Volar- und Dorsalflexion ad maximum ausgeführt, dann sind die Randbewegungen nicht mehr möglich, welche nun so gut es geht durch die Pronations- und Supinationsbewegungen des Radius ersetzt werden.

Über die in Rede stehenden Bewegungen äußert sich Fick (1901) folgendermaßen: „Die beiden Handgelenke stellen eine Knochenkombination dar, die an der Leiche eine annäherungsweise allseitige Beweglichkeit besitzt nach Art eines Kugelgelenkes mit dem Drehpunkt in der Mitte des Kopfbeinkopfes. Aktive, d. h. willkürliche Drehungen der Mittelhand gegen den Unterarm um die Längsachse (Pro- und Supinationen) sind aber beim Lebenden unmöglich, hingegen kann die Hand nicht nur dorsal-volarwärts, speichen- und ellenwärts, sondern auch in beliebigen schrägen Richtungen bewegt werden. Bei allen Bewegungen geschehen in beiden Hauptgelenken Verschiebungen, bei allen ausgiebigen Bewegungen auch in den kleineren

Gelenken zwischen den einzelnen Knochen der beiden Reihen. Sehr verwickelt ist der Vorgang bei den Randbewegungen der Hand, da die beiden Reihen sich dabei im wesentlichen so bewegen, als ob sie sich um zwei schräge, sich im Kopfbeinkopf kreuzende Achsen drehten." „Einfacher ist der Vorgang bei der Volar- und Dorsalbeugung, da sich dabei beide Reihen im wesentlichen im gleichen Sinn um eine gemeinsame quere Achse bewegen." Fick hebt noch besonders hervor, daß das Intercarpalgelenk nicht etwa unwichtig ist, sondern daß es für viele Bewegungen geradezu das Hauptgelenk der Hand ist.

Was die Carpometacarpalgelenke anlangt, so sind die des zweiten und dritten Mittelhandknochens als völlig unbewegliche Amphiarthrosen zu betrachten. Der vierte Mittelhandknochen ist einigermaßen, der fünfte sehr deutlich beweglich. Das Carpometacarpalgelenk des Daumens aber läßt sehr ausgiebige Bewegungen zu und zwar Abduktion und Adduktion von und zu den übrigen Fingern und Opposition, das heißt eine Stellung, bei welcher die Volarseite des Daumens der Volarseite der übrigen Finger gegenübergestellt wird. Kombinieren sich die Bewegungen, dann nähern sie sich denen einer Arthrodie. In der Ruhestellung kann der Mittelhandknochen des Daumens niemals mit den übrigen in die gleiche Ebene gebracht werden, er ist stets etwas volarwärts gewendet.

Über die topographischen Verhältnisse der in Rede stehenden Gegend ist zu sagen, daß eine Abgrenzung des Handrückens gegen den Unterarm nicht hervortritt; seitlich aber sind die Griffelfortsätze der beiden Unterarmknochen sichere Führer und volar läßt eine Hautfurche zwischen den beiden Griffelfortsätzen die Hand abgrenzen und die Lage des Radiocarpalgelenkes sicher bestimmen. Eine weitere Falte liegt auf dem Intercarpalgelenk. Die Knochen des Carpus sind an der Volarseite der Hand von Weichteilen so verdeckt, daß man sie nicht durchzufühlen vermag, nicht einmal den Haken des Hakenbeines, nur das Erbsenbein ist sehr leicht herauszutasten. Unter der Haut und dem Subcutangewebe folgt erst die starke Volaraponeurose, dann der oberflächliche Arterienbogen, unter ihm die Nerven, sodann die Fingersehnen und zuletzt der tiefe Hohlhandbogen, welcher auf den Knochen liegt. Auf dem Handrücken ist unter der dünnen und beweglichen Haut ein lockeres und nicht selten fetthaltiges Subcutangewebe zu finden, in welchem Hautvenen und Hautnerven liegen. Dann trifft man proximal auf das Ligamentum carpi dorsale, unter welchem die Sehnen in fünf verschiedenen Sehnenscheiden gleiten. Weiter distal liegen die Sehnen frei. Unter ihnen folgt das auf den Knochen liegende Arteriennetz.

Das Radiocarpalgelenk liegt etwa 1 cm proximalwärts von der an der Volarseite gelegenen Verbindungslinie der beiden Griffelfortsätze. Das Intercarpalgelenk findet man distalwärts von dieser Linie, doch ist seiner eigentümlich gebogenen Gestalt wegen eine bestimmte Stelle für dasselbe nicht anzugeben. Das Carpometacarpalgelenk des Daumens ist leicht herauszutasten; in der gleichen Transversallinie mit ihm liegen die anderen Carpometacarpalgelenke.

### k) Mittelhandfingergelenke, Articulationes metacarpophalangeae.

Die Köpfchen dieser Gelenke werden von den Mittelhandknochen, die Pfannen von den Grundphalangen der Finger geliefert. Die ersteren sind Halbkugeln mit einem Radius von 7—8 mm, von welchen man auf beiden Seiten durch nicht ganz parallele Schnitte je ein Segment abgetrennt hat, wodurch sich die Gelenkfläche

dorsalwärts verschmälert. Zuweilen findet sich da, wo die Gelenkfläche nach der Vola hin abfällt, eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Querleiste. Die Pfannen sind etwas flacher gewölbt wie die Köpfchen, doch wird die dadurch entstehende Inkongruenz durch eine ringförmige in das Gelenkinnere vorspringende Synovialfalte ausgeglichen.

Die Dicke des Gelenkknorpels ist die gleiche, wie an den Gelenken der Handwurzel. Die Kapseln sind schlaff; sie setzen sich hinten am Knorpelrand, vorne an den Zipfeln der Gelenkflächen der Köpfchen (S. 129) an. Auf diesen Zipfeln gleiten auch etwa in die Kapsel eingelagerte Sesambeine mit überknorpelten Gelenkflächen.

An der Dorsalseite sind die Metacarpophalangealgelenke durch eine Fortsetzung der tiefen Fascie des Handrückens und die Sehnen des M. extensor digitorum communis geschützt, welch letztere durch transversale Fasern fest an das Gelenk herangezogen werden. Zu beiden Seiten verlaufen die Ligamenta collateralia (*198*). Sie entspringen aus Gruben zu beiden Seiten der Gelenkköpfchen (S. 129) und ziehen als starke Fasermassen schräg distalwärts zu einem Höcker am seitlichen Pfannenrand. Gewöhnlich ist das radiale Seitenband kräftiger, als das ulnare (Fick). Die excentrische Insertion bringt es mit sich, daß die Bänder bei der Beugung in Spannung versetzt werden, wodurch im gebeugten Zustand die Seitenbewegungen der Finger verhindert werden. Auf den Seitenbändern liegen die Sehnen der Mm. interossei, welche eine weitere Verstärkung der Gelenkkapseln bedeuten. Die volare Seite der in Rede stehenden Gelenke erhalten eine sehr erhebliche Verstärkung durch faserknorpelige Platten, welche beiderseits nahe dem Pfannenrand befestigt sind, Laminae fibrocartilagineae volares[1]) (Fick) (196). Sie sind an ihrer volaren Oberfläche rinnenförmig gestaltet und es gleiten auf ihr die Sehnen der Beugemuskeln der Finger. Beiderseits setzen sie sich fort in die Ligamenta transversa capitulorum (*196*), kräftige Bänder von etwa 1 cm Breite, welche außerdem auch noch mit dem übrigen Bandapparat der Gelenke und der Fascie der Mm. interossei, aber nicht mit den Knochen selbst verbunden sind. Sie verhindern ein zu starkes Spreizen der Mittelhandknochen.

Das Metacarpophalangealgelenk des Daumens besitzt sehr breite Gelenkflächen, ist aber denen der übrigen Finger nicht unähnlich; es ist daran zu erinnern, daß bei ihm die Sesambeine immer vorhanden zu sein pflegen. Sie sind durch einen kräftigen Bänderzug miteinander in Verbindung gesetzt. Das Ligamentum transversum erreicht den Daumen nicht, im übrigen gleicht der Bandapparat des Gelenkes dem der übrigen Finger.

### l) Fingergelenke, Articulationes digitorum manus.

Die am einfachsten gebauten Scharniergelenke des Körpers (*201*). Die proximalen Köpfchen sind mit dorsovolaren Furchen, die distalen Pfannen mit entsprechenden Firsten versehen. Der Knorpelüberzug ist an den Köpfchen 0,5—1 mm, an den Pfannen 0,2—0,5 mm dick. Die Kapseln setzen sich an der Volarseite der Rolle etwas weiter vom Knorpelrand entfernt an, im übrigen ihm sehr nahe. Vorspringende Synovialfalten können kleine Inkongruenzen der Gelenkflächen ausgleichen.

An der Dorsalseite sind die kleinen Gelenke durch die Sehnen des Streckmuskels verstärkt, zu beiden Seiten findet man ebensolche Ligamenta collateralia (*198*), wie bei den Metacarpophalangealgelenken, nur laufen sie etwas weniger schief. An der Volarseite findet man ähnliche Faserknorpelplatten, Ligamenta accessoria

[1]) Ligg. accessoria.

(*196*), wie die Laminae fibrocartilagines der Mittelhandfingergelenke. Sie sind so in die Kapsel eingewebt, daß sie wie eine von der Pfanne ausgehende Gelenklippe erscheinen.

Es ist selbstverständlich, daß die sämtlichen Fingergelenke von den Mittelhandknochen ab ihre Gefäße und Nerven von den an ihnen vorbeiziehenden Stämmen erhalten müssen.

### m) Die Hand im ganzen.

Die menschliche Hand weicht in ihrer ganz spezifischen Ausbildung als Greiforgan von der der meisten Säugetiere erheblich ab. Bei diesen letzteren, welche ja die Hand zumeist als Stützorgan benutzen, fällt die Möglichkeit eine Supinationsstellung einzunehmen fort, sie verharren dauernd in Pronation, um die Vola auf den Boden stützen zu können. Wenn aber die Drehung nicht ausgeführt werden kann, wäre der Ausschluß des einen Unterarmknochens von der Artikulation mit der Hand ohne jede Bedeutung, man sieht deshalb auch, daß bei sehr vielen Säugern beide mit der Handwurzel in Zusammenhang stehen. Erst bei höher stehenden Affen, deren Hand im Gebrauch der menschlichen immer ähnlicher wird, nähert sich auch die Gelenkbildung der menschlichen mehr und mehr.

Die menschliche Hand ist ein flaches Gewölbe mit dorsaler Konvexität, doch ist die Wölbung keineswegs so fest, daß sie einer schweren Belastung gegenüber unempfindlich bleibt. Man sieht auch in der Tat, daß sie sich bei einer solchen abflacht. Am besten leistet die Handwurzel einer Belastung Widerstand, weit weniger die Reihe der Metacarpalknochen. Bei der ersteren trägt das Ligamentum carpi transversum erheblich zur Sicherung bei, während das Ligamentum arcuatum dorsale umgekehrt einer zu starken Ausprägung der Wölbung Widerstand leisten dürfte. Einen wichtigen Anteil an einer festen Vereinigung der Knochen der Handwurzel haben auch die vielen an ihr befestigten Sehnen. Bei den Metacarpalknochen bedingt ihre ganze Gestaltung eine Längswölbung der Mittelhand. Stützt man sie auf die gespreizten Finger, dann weicht zwar der erste und fünfte Mittelhandknochen seitlich aus, wodurch sich die Wölbung abflacht, das Ligamentum capitulorum transversum aber läßt es nicht zu, daß diese Abflachung zu weit geht.

Praktische Bemerkungen. Brüche der Knochen des Unterarmes sind sehr häufig, was nicht verwundern kann, da man ja bei Arbeiten aller Art den Unterarm braucht und da man ihn bei drohender Gefahr absichtlich oder unwillkürlich zum Schutze vorstreckt, wodurch er ganz besonders gefährdet erscheint. Brechen beide Knochen etwa in ihrem mittleren Drittel, was am häufigsten vorkommt, dann kann auch die Membrana interossea eine erhebliche Verletzung erfahren und die Bruchenden können sich verschieben, so daß dann eine Heilung erfolgt, welche die Funktion der Pronation und Supination erheblich beeinträchtigt, selbst ganz aufhebt. Man hat deshalb bei Anlegung des Verbandes sorgfältig darauf zu achten, daß die Bruchenden beider Knochen richtig aneinander gepaßt werden, was sich dadurch am besten erreichen läßt, daß man sie in Supinationsstellung fixiert. Die Bewegung der Membrana interossea kann durch einen in unrichtiger Stellung geheilten Radius gehemmt werden, was die Supination ungünstig beeinflußt.

Erleidet nur einer der beiden Unterarmknochen eine Fraktur im mittleren Teil, dann betrifft dies meist die Ulna, da er beim Parieren eines von vorne kommenden Stoßes oder Schlages der einwirkenden Gewalt unwillkürlich entgegen gehalten wird. Schieben sich bei einem isolierten Bruch der Ulna die Bruchenden aneinander vorbei, dann kann auch der Radius nicht unbeeinflußt bleiben, es erfolgt eine Luxation seines Köpfchens, so daß sich nun der Unterarm im ganzen verkürzt. Eine typische Fraktur erleidet der Radius an seinem distalen Ende bei Fall auf die Volarfläche der Hand. Bei der mit einem solchen verbundenen gewaltsamen Überstreckung leistet das starke Ligamentum radiocarpeum volare erfolgreichen Widerstand und reißt das Radiusende ab; das Abreißen wird noch dadurch unterstützt, daß sich die erste Reihe

der Carpalknochen gegen die Dorsalseite des Radius anstemmt und ihn abknickt. Bei einem Fall auf die Dorsalseite der Hand spielt sich ganz der gleiche Vorgang, nur in umgekehrter Weise ab. Sehr oft wird bei einer Fraktur des distalen Radiusendes auch der Processus styloideus ulnae von dem radialwärts dislozierten Radiusende abgerissen.

Luxationen des distalen Radioulnargelenkes sind sehr selten, was nicht überraschen kann, da Stöße und Schläge, welche die Gegend treffen, sehr eigentümlich wirken müssen, wenn das untere Ende des Radius dem der Ulna nicht willenlos folgen soll.

In der Kinderzeit sind die Unterarmknochen noch so weich und biegsam, daß Gewalteinwirkungen oft keine Frakturen, sondern nur Verbiegungen oder Einknickungen veranlassen. Beim Versuch der Geraderichtung können letztere allerdings leicht in völlige Frakturen übergehen. Epiphysenlösungen kommen am unteren Radiusende nicht selten vor; sie verhalten sich nicht anders, wie die Brüche dieser Stelle bei Erwachsenen. Trotzdem, daß die Kapsel des unteren Radioulnargelenkes bei Kindern bis über die Epiphysengrenzen des Köpfchens der Ulna hinaufreicht, meint v. Brunn (1881) doch, daß das Gelenk bei Epiphysenlösungen nicht in Gefahr käme, da sich die Kapsel leicht vom Knochen ablöst.

Das Handgelenk ist trotz seiner so mannigfaltigen und starken Inanspruchnahme Frakturen und Luxationen nur wenig ausgesetzt. Die große Anzahl der an ihm beteiligten Einzelstücke erlaubt so erhebliche Verschiebungen, daß es zu Verletzungen, welche bei einem Gelenk mit massiven Knochenenden längst eingetreten wären, nicht zu kommen braucht. Die Luxationen in allen Teilen des Handgelenkes sind nicht häufig, am häufigsten ist noch eine isolierte Verrenkung des Mondbeines, welches durch Gewalteinwirkung auf die Dorsalseite der Hand volarwärts aus der Reihe herausgepreßt wird. Die Bandverbindung mit dem Radius kann dabei erhalten bleiben, und um dieses Band findet dann eventuell eine Drehung des Knochens statt. Von Brüchen der Carpalknochen hört man nicht viel; am häufigsten bricht das Kahnbein, dann das Mondbein, seltener die übrigen Knochen (König 1905). Frakturen und kongenitale Teilungen der Handwurzelknochen können im Röntgenbild leicht miteinander verwechselt werden.

Die divertikelartigen Aussackungen der Kapseln des Handgelenkes können Veranlassung geben zur Entstehung von Ganglien (Überbeinen), kleinen harten, knötchenartigen Geschwülsten, mit derber Wand und gallertartigem Inhalt. Vereiterungen des Handgelenkes können sich weithin erstrecken. Normalerweise ist zwar das Radiocarpalgelenk gegen die übrigen Gelenke abgeschlossen, doch steht es oft genug mit dem unteren Radioulnargelenk, mit dem Erbsenbeingelenk und mit dem Intercarpalgelenk in offener Verbindung. Intercarpalgelenk und Carpometacarpalgelenk hängen, wie bekannt, stets ohne Abgrenzung miteinander zusammen.

Resektionen der Carpalknochen sind schwierig, erstens ihrer komplizierten Form wegen und dann, weil sie von Gefäßen, Nerven und besonders auch von Sehnen umgeben werden, welche alle geschont werden müssen, um die Beweglichkeit der Finger nicht allzu sehr zu beeinträchtigen.

Brüche der Metacarpalknochen sind nicht sehr selten, sie entstehen durch direkte Gewalteinwirkung. Dislokationen werden dabei durch die feste Aneinanderfügung der Knochen meist verhindert. Daß Brüche der Phalangen häufig sind, versteht man leicht. Durch die den kleinen Knochen eng angeschlossenen Sehnen und Scheiden werden sie förmlich geschient, so daß die Heilung nicht schwierig ist. Luxationen in den Carpometacarpalgelenken sind sehr selten, am häufigsten noch in dem des Daumens, was auch nach der Beschaffenheit des Gelenkes leicht verständlich ist. Meist zeigt er sich dorsalwärts verrenkt. An den Metacarpophalangealgelenken sind Luxationen ebenfalls nur am Daumen häufiger. Es tritt dabei stets die Basis der ersten Phalanx auf die Dorsalseite über das Köpfchen des ersten Metacarpalknochens und die umgebenden Weichteile fixieren den Daumen in seiner fehlerhaften Stellung. Zwischenlagerung der Kapsel, zuweilen auch der Sesambeine zwischen die Gelenkenden kann zu einem Repositionshindernis werden. Die Sehne des Flexor longus pollicis kann sich hinter der ulnaren Seite der Gelenkfläche des Mittelhandknochens verhaken und dadurch die Reposition verhindern. Nicht selten findet man Menschen, welche willkürlich eine Überstreckung des Daumens ausführen können; Schlaffheit der Kapsel ist dafür verantwortlich zu machen. Luxationen der Fingergelenke dorsalwärts und volarwärts kommen öfter vor, sie sind leicht zu reponieren (Helferich 1910).

Bei Ergüssen in die Fingergelenke stellt sich das betreffende Gelenk in mittlere Beugestellung, da in dieser die Kapsel am ausdehnungsfähigsten ist.

Bei der Amputation eines Fingergliedes hat man sich daran zu erinnern, daß am gebeugten Finger die Gelenkspalte nicht auf der Höhe des Fingerknöchels, sondern distal davon steht.

## 2. Untere Extremität, Extremitas inferior.

### a) Gürtel, Cingulum.

Der Grundbauplan des Extremitätengürtels (S. 105) ist bei dem der unteren Extremität klarer verwirklicht, wie bei dem der oberen. Wie es das Schema verlangt, treffen die drei Stücke in der Gelenkgrube für den Oberschenkel zusammen; zwei derselben senden sich Fortsätze zu, welche sich miteinander verbinden und dadurch ein Loch, Foramen obturatum, umranden. Die Eigenschaft des Beines als Stützorgan verlangt im Gegensatz zum Arm eine große Stabilität des Gürtels und man findet demgemäß, daß sich die drei ursprünglichen Teile beim Erwachsenen knöchern vereinigt haben und ein einziges Stück darstellen, das Hüftbein, Os coxae.

Wie die Beschreibung der oberen Extremität zeigte, hat deren Gürtel mit der Leibeshöhle nichts zu schaffen; er ist deren Wand, die vom Brustkorb gebildet wird, nur aufgelagert. An der unteren Extremität verhält sich die Sache anders. Rippen fehlen zwar der Kreuzbeingegend nicht (S. 20), aber sie sind so rudimentär, daß der Gürtel der Extremität den größten Teil der knöchernen Umrandung der Leibeshöhle zu liefern hat.

Die beiden Hüftbeine sind in der vorderen Mittellinie fest miteinander verbunden und hinten hängen sie mit dem Kreuzbein fast unbeweglich zusammen. Beide Hüftbeine und das Kreuzbein vereinigen sich auf diese Art zu einem festen Gebilde, dem Becken, Pelvis, welches im Innern sehr wichtige Eingeweide birgt und außen die freie Extremität von sich abgehen läßt, welche an ihm einen überaus sicheren Angriffspunkt findet.

#### α) Hüftbein, Os coxae.

Die drei Teile, aus welchen sich das Hüftbein in der Kinderzeit zusammensetzt (*272*, *273*) sind: 1. das Darmbein, Os ilium, 2. das Sitzbein, Os ischii, 3. das Schambein, Os pubis. Zur Erleichterung der Beschreibung legt man derselben in mehrfacher Hinsicht den jugendlichen, also entwickelungsgeschichtlich unfertigen Zustand zugrunde.

Da das Hüftbein den kaudalen Teil der Leibeshöhle umschließt, ist es nach deren Umfang gebogen. Das Darmbein liegt in der Seitenwand, das Schambein in der vorderen Wand des Rumpfes und das Sitzbein nimmt insoferne eine vermittelnde Stellung ein, als es sich einerseits dem Darmbein, andererseits dem Schambein anschließt.

Als Körper, Corpus, bezeichnet man bei allen drei Knochen denjenigen Teil, welcher der Hüftgelenkspfanne angehört und ihr unmittelbar benachbart ist.

Ehe die Flächen der drei Abteilungen betrachtet werden, sollen zuerst die Ränder des gesamten Hüftbeines ihre Beschreibung finden (*202*, *203*) und zwar beginne ich mit dem Darmbeinkamm, Crista iliaca, welcher als oberer Rand des Beckens auch am Lebenden leicht durch die Haut gefühlt werden kann. Er ist S-förmig gebogen, ziemlich rauh und trägt nach Art eines Dachfirstes eine mittlere erhöhte Kante, Linea intermedia (*203*), von welcher eine äußere und innere abgeschrägte Fläche, Labium externum und internum, ausgeht; an der äußeren Fläche befestigt sich der M. obliquus abdominis externus, an der Firste der M. obliquus internus, an der inneren Fläche der M. transversus abdominis. Etwa an der Grenze zwischen vorderem und mittlerem Drittel zieht sich der laterale Rand des Darmbeinkammes zu einer Hervor-

ragung, Spina cristae iliacae (*202*), aus, an welcher der Tractus iliotibialis der Oberschenkelfascie entspringt. Nach vorne endet der Darmbeinkamm mit einer schwach hakenförmig nach unten und lateralwärts abgebogenen Spitze, dem vorderen oberen Darmbeinstachel, Spina iliaca anterior superior (*203*), dem Ursprungspunkt der Mm. sartorius und tensor fasciae latae. Von hier aus fällt der Rand steil ab. Seine konkave Krümmung wird über der Pfanne durch einen Höcker unterbrochen, den vorderen unteren Darmbeinstachel, Spina iliaca anterior inferior, den Ansatz des M. rectus femoris. Es folgt sodann eine flache Rauhigkeit, Eminentia iliopectinea[1]) (*203*), die Stelle, an welcher sich Darmbein und Schambein miteinander vereinigt haben. Auf das Schambein setzt sich der Rand als scharfe Kante, Schambeinkamm, Pecten ossis pubis, fort. Sie endet nahe der Mittellinie mit einem vorwärts umgebogenen Höcker, Tuberculum pubicum, zum Ansatz von Muskeln und Bändern bestimmt. Medianwärts vom Höcker folgt die länglich-ovale Facies symphyseos, zur Vereinigung mit der gleichnamigen Fläche der anderen Seite.

Kehrt man wieder zum Darmbeinkamm zurück und verfolgt ihn nach hinten, dann sieht man, daß er dort ebenfalls mit einem Höcker, Spina iliaca posterior superior endigt; auf ihn folgt ein kleiner Ausschnitt, an welchen sich ein zweiter Höcker anschließt, Spina iliaca posterior inferior. Dieser trägt an seiner medialen Seite das nach hinten vortretende Ende der Facies auricularis (*203*). Von dem hinteren unteren Darmbeinstachel aus ist der Rand tief eingeschnitten, Incisura ischiadica major, in ihm geht der dem Darmbein angehörige Rand in den dem Sitzbein angehörigen über. Die Incisur findet ihr Ende mit einem platten Fortsatz, Spina ischiadica, die Ursprungsstätte des Lig. sacrospinosum und des M. coccygeus. Ein kleinerer Einschnitt unter ihr ist die Incisura ischiadica minor, an welche sich wieder ein rauher Fortsatz, der Sitzknorren, Tuber ischiadicum, anschließt. Von zwei Facetten seiner oberen Hälfte entspringt der Hauptteil der Flexoren und ein Teil der Adduktoren des Oberschenkels. Der untere Teil ist rauh. Vom Sitzknorren aus steigt der Rand zu der bereits erwähnten Facies symphyseos auf. Er ist etwas nach außen umgebogen.

Das Darmbein entfaltet sich von dem Körper aus, welcher den oberen Umfang der Pfanne bildet, zu einer Platte, welche man als Darmbeinschaufel, Ala ossis ilium, bezeichnet. Sie ist die Pars abdominalis des Darmbeines. Seine innere Fläche ist, soweit sie sich der Leibeshöhle zuwendet, glatt, jedoch durch eine vortretende Kante, Linea arcuata[2]) (*203*), in zwei ungleich große Teile geteilt. Die Linie ist hinten an ihrem Abgang von der Facies auricularis verdickt und setzt sich vorne direkt in den Schambeinkamm fort. Sie ist deshalb von Bedeutung, weil sie einen Teil der Abgrenzung zwischen großem und kleinem Becken (s. unten) darstellt. Der obere größere, dem großen Becken angehörige Teil ist leicht vertieft und wird Darmbeingrube, Fossa iliaca, genannt; an ihrer tiefsten Stelle ist der Knochen so erheblich verdünnt, daß er durchscheinend wird, in höherem Alter sogar häufig durchbrochen ist. In ihr liegt zunächst der M. iliacus und auf diesem wieder liegen Teile des Darmkanales. Der untere kleinere Teil, Pars pelvina, gehört der Wand des kleinen Beckens an, er setzt sich ohne bestimmte Grenze in das anschließende Sitzbein fort.

---

[1]) Tuberculum iliopubicum.

[2]) Linea iliopectinea. Linea inominata.

Der hintere Teil der inneren Darmbeinfläche wendet sich dem Kreuzbein zu. Die Facies auricularis, von welcher, wie gesagt, die Linea arcuata ausgeht, ist eine unebene, ohrförmige Gelenkfläche, welche mit der gleichnamigen Fläche des Kreuzbeines in Verbindung tritt. Über ihr ist der Rest der Fläche sehr rauh und uneben, Tuberositas iliaca, zur Anheftung des starken Bandapparates, welcher Hüftbein und Kreuzbein miteinander zusammenhält. Facies auricularis und Tuberositas iliaca bilden die Pars sacralis des Darmbeines (*203*).

Über die äußere Fläche der Darmbeinschaufel ziehen zwei rauhe Linien (*202*). Die eine, Linea glutaea anterior[1]), beginnt an der Spina iliaca ant. sup. und erstreckt sich im Bogen bis gegen die tiefste Einsenkung der Incisura ischiadica major. Die andere, Linea glutaea posterior, erhebt sich nahe dem Ende der Linea glutaea anterior von der Incisur und steigt von da zum Darmbeinkamm auf. Die beiden Linien grenzen drei Felder ab, ein kleineres hinter der Linea glutaea posterior gelegenes, an welchem ein Teil des M. glutaeus maximus entspringt, ein ohrförmiges zwischen Darmbeinrand, Linea glutaea anterior und posterior zum Ursprung des M. glutaeus medius und ein drittes unter der Linea glutaea anterior, an welcher sich der M. glutaeus minimus anheftet. Eine Linea glutaea inferior, die untere Grenze des Feldes für den letzteren Muskel ist sehr häufig undeutlich ausgebildet oder gar nicht nachzuweisen.

Sitzbein (*202*, *203*). Der Körper des Sitzbeines geht von dem unteren hinteren Abschnitt der Gelenkpfanne aus. Sein hinterer Rand ist in die erwähnte Spina ischiadica ausgezogen, sein vorderer Rand nimmt an der Begrenzung des Foramen obturatum teil. Er steigt nahezu senkrecht in den Ramus superior[2]) ab, welcher an seiner Hinterseite das erwähnte Tuber ischiadicum trägt. Dasselbe ist vom unteren Rand der Pfanne durch eine Rinne der Außenfläche getrennt. Vom Sitzknorren aus biegt sich der Knochen hakenförmig um, um in den weit schwächeren, abgeplatteten Ramus inferior[3]) überzugehen. Dieser steigt im aufrechtstehenden Menschen nur wenig auf, er liegt fast horizontal. Die innere Fläche des Sitzbeines ist glatt, sie setzt sich ohne Grenze aus der des Darmbeines fort und gehört ganz dem kleinen Becken an, die äußere Fläche ist von zahlreichen Gefäßlöchern durchbohrt.

Schambein (*202*, *203*). Das Gegenstück des Sitzbeines. Seine Grenze gegen das Darmbein bildet die Eminentia ileopectinea. Der Körper geht vom unteren vorderen Abschnitt der Pfanne aus. Der erwähnte Schambeinkamm teilt den oberen Ast des Knochens in eine der Außenseite und eine der Innenseite des Beckens angehörige Fläche. In der Symphysengegend verbreitert sich das Schambein und es biegt dort der obere Ast hakenförmig in den unteren um, welch letzterer sich mit dem entgegenkommenden Sitzbeinast vereinigt. Die Stelle der Vereinigung ist auch bei Erwachsenen nicht selten noch zu erkennen. Die das kleine Becken vervollständigende Innenseite ist glatt, die Außenseite zeigt eine Anzahl kleiner Gefäßlöcher; auf sie wird bei Betrachtung des Foramen obturatum zurückzukommen sein.

Acetabulum[4]) (*202*). Die Pfanne für den Kopf des Oberschenkels ist nach Art einer halben Hohlkugel vertieft und mit einem aufgeworfenen Rand, Supercilium acetabuli, versehen, der jedoch am unteren Umfang fehlt. Dort findet man viel-

[1]) Linea arcuata externa, Linea semicircularis.
[2]) Ramus descendens.
[3]) Ramus ascendens.
[4]) Acetabulum, antikes Essignäpfchen, dem modernen Eierbecher ähnlich.

mehr einen Einschnitt, Incisura acetabuli, welche in eine nicht überknorpelte Grube des Pfannengrundes, Fossa acetabuli, hineinführt. Die Wand dieser letzteren zeigt sich soweit verdünnt, daß sie meist durchscheinend ist. Die überknorpelte Gelenkfläche umgibt die Fossa acetabuli in Halbmondform, Facies lunata. Am vorderen Rand der Incisura acetabuli endet sie spitz, am hinteren abgerundet. Dort tritt sie über die Knochenfläche etwas heraus und unter ihr liegt die oben (S. 143) erwähnte Rinne.

Foramen obturatum[1]). Es ist von ovaler Gestalt; sein längster Durchmesser liegt in einer Linie, welche man vom medialen Teil des Schambeinkammes zum unteren Ende des Tuber ischiadicum ziehen kann. Es wird von den Teilen des Scham- und Sitzbeines spiralig umrandet, indem der Grenzkontur an seinem oberen Umfang nicht zu seinem Ausgangspunkt zurückkehrt. Der Rand beginnt am Tuberculum pubicum mit einer stumpfen Leiste, Crista obturatoria (*202*), welche sich seitwärts zum vorderen Ende der Facies lunata hin erstreckt. Von da ab geht der Rand erst an der Incisura acetabuli hin, dann weiter an den unteren Ästen des Sitz- und Schambeines und gelangt endlich an seinem oberen Ende unter der Crista obturatoria in das Innere des Beckens hinein. Dort bleibt also zwischen Anfang und Ende des Randes eine kleine Rinne, Sulcus obturatorius (*203*). Die Rinne wird durch den quer herübergespannten Rand der Membrana obturatoria zu einem Loch gestaltet (s. unten). Dieser Rand der Membran spannt sich zwischen zwei kleinen Höckern aus, von welchen der eine, Tuberculum obturatorium posterius, dort vorspringt, wo der Knochenrand des Loches an der Incisura acetabuli vorbeizieht, während der andere, Tuberculum obturatorium anterius, sich dort findet, wo die Knochenumrandung sich anschickt nach innen abzubiegen (*203*).

Wie die Form des Hüftbeines, so ist auch seine Struktur eine komplizierte. Am dicksten ist die Knochenmasse an der Crista iliaca, am Sitzknorren und in der Richtung der Linea arcuata von der Facies auricularis bis zum oberen Umfang des Acetabulum hin. Dieser der Linea arcuata angehörige Teil ist auch statisch besonders bedeutsam, da er das Zwischenstück zwischen Wirbelsäule und freier Extremität darstellt, auf welchem der von der Wirbelsäule auf das Darmbein übertragene Druck lastet. Im Stehen pflanzt sich dieser Druck von der Gegend des Acetabulum aus durch die oberen Schambeinäste bis zur Symphyse fort, im Sitzen auf das durch die Unterlage unterstützte Sitzbein (Freund 1885). Die unteren Äste der beiden Knochen bilden nur eine Spange, welche die im wesentlichen beanspruchten Balken verbindet und in ihrer Lage hält. Entsprechend ihrer geringeren statischen Wichtigkeit sind sie auch nur schwach.

Zwischen zwei dünnen Corticalistafeln beherbergt das Hüftbein im Innern eine in der Jugend engmaschige, später immer weitmaschigere Spongiosa. Die Richtung der Spongiosabälkchen geht, entsprechend den statischen Erfordernissen, von der Facies auricularis aus, der Linea arcuata entlang nach der Kuppel des Acetabulum hin, an welche sich besonders derbe, säulenartige Bälkchen stützen. Von dort wird ein Zug über den oberen Rand der Kuppel in das Schambein entsendet, ein anderer am unteren Rand derselben entlang in das Tuber ischiadicum.

Das Periost ist mit dem Knochen sehr fest verbunden an der Crista iliaca, an der Vorderfläche der Scham- und Sitzbeine, an den Sitzknorren. Ganz locker ist es dagegen in der Darmbeingrube befestigt, ebenso unter der Linea glutaea anterior.

[1]) Foramen obturatorium; Foramen ovale.

Sehnige Züge, welche von den am Hüftbein befestigten Muskelsehnen und Bändern abgegeben werden, verstärken die Knochenhaut an vielen Stellen. Ein besonders kräftiger Zug folgt der Linea arcuata. Auf der Oberfläche des Schambeinkammes spannt sich ein solcher Zug, wie eine Leiste [1]). Ganz unverstärkt bleibt der Periost nur in der Darmbeingrube und in der Mitte der äußeren Fläche der Darmbeinschaufel.

Seine Arterien erhält das Hüftbein von mehreren Seiten her. In Ernährungslöcher der Darmbeingrube treten Äste der A. iliolumbalis ein. Auf der Außenseite erhält das Darmbein einen Ast der A. glutaea sup. in einem größeren Ernährungsloch, dessen Lage wechselt. Scham- und Sitzbein werden im wesentlichen von der A. obturatoria versorgt, welche eine Anzahl von Ästen in verschiedene Ernährungslöcher entsendet. Die Hauptaustrittsstellen der Venen finden sich an der Crista iliaca, am Rand des Acetabulum, im Pfannenboden, an der Vorderfläche der Schambeine, am Tuber ischiadicum (Waldeyer 1899).

Entwickelung (*272, 273*). In dem knorpelig vorgebildeten Hüftbein entwickeln sich in der Umgebung der Pfanne drei Knochenkerne; der erste oberhalb derselben erscheint zu Beginn des dritten Fetalmonats; er bildet das Darmbein. Der zweite, unter ihr, tritt im vierten Monat auf; er bildet das Sitzbein. Der dritte, vor der Pfanne, kommt erst um die Mitte der Schwangerschaft zur Entwickelung, er bildet das Schambein. Zur Zeit der Geburt ist noch ein großer Teil des Hüftbeines knorpelig; seine drei Stücke sind in der Pfanne weit voneinander getrennt; die Verknöcherung erstreckt sich am Darmbein nicht bis zum oberen Rande und beschränkt sich am Scham- und Sitzbein auf den Körper und die oberen Äste. Gegen das sechste Jahr ist die Verknöcherung der unteren Äste dieser Knochen vollendet. Bald folgt deren Verschmelzung. In der Pfanne vereinigt sich das Darmbein mit dem Sitzbein, dann mit dem Schambein erst zur Zeit der Pubertät, durch Vermittelung eines oder mehrerer platter Zwischenknochen, Os acetabuli, welche sich im 9. bis 12. Jahre in der Y-förmigen Synchondrose entwickeln. Epiphysen: 1. längs dem ganzen oberen Rande des Darmbeines, Auftreten 13. bis 14. Jahr; 2. an der Spina iliaca ant. infer. (unbeständig, 18. bis 20. Jahr); 3. am Sitzhöcker, Auftreten 15. bis 16. Jahr; 4. an der Spina ischiadica; 5. an der Symphysenfläche der Schambeine; 6. im Tuberculum pubis, beide ebenfalls um dieselbe Zeit. Verschmelzung sämtlicher Epiphysen mit dem Körper im 22. bis 25. Jahre, am spätesten die am oberen Rande des Darmbeines (M.-H.).

Varietäten. Hinter der Eminentia iliopectinea wird manchmal ein stachelartiger Fortsatz gefunden, an welchen sich ein Bündel der Sehne des M. psoas minor inseriert. Die äußere Fläche dieses Fortsatzes ist gehöhlt, sie nimmt die Vasa femoralia auf. Bei manchen Säugern ist der Fortsatz normal. Eine schwere Entwickelungshemmung des Hüftbeines besteht darin, daß die Schambeine rudimentär ausgebildet sind und sich nicht bis zur Berührung nähern, was eine Blasenspaltung zur Folge hat. Das Acetabulum kann rudimentär ausgebildet sein (angeborene Hüftgelenksluxation).

### β) Bänder der Hüftbeine.

Die Hüftbeine besitzen ein Ligamentum proprium und sind sowohl mit der Wirbelsäule, wie auch unter sich verbunden. Alle Bänder sind sehr stark und widerstandskräftig und es wird durch sie das Becken zu dem festen Ring geschlossen, welcher die Rumpflast zu tragen und der Extremität ihren stabilen Stützpunkt zu geben vermag.

#### 1. Eigenes Band des Hüftbeines.

Die Membrana obturatoria (*204*) vervollständigt das Hüftbein durch Verschließung des Foramen obturatum und es entspringen von ihr außen wie innen Muskeln, die Mm. obturator externus und internus. Sie ist so in das Loch eingefügt, daß sie am medialen Umfang an der äußeren Lippe seines Randes, am unteren und

[1]) Lig. pubicum Cooperi.

lateralen Umfang an der inneren haftet. Die Faserzüge des Bandes laufen im wesentlichen transversal, zum Teil jedoch auch in anderer Richtung. Sie lassen zwischen sich einzelne kleine Lücken. Ein größerer Kanal, Canalis obturatorius, bleibt am oberen, lateralen Umfang des Loches. Wie schon erwähnt, spannt sich hier der Rand der Membran zwischen Tuberculum obturatorium anterius und posterius aus; dieser Rand wird aber nicht nur von der Kante eines einfachen Blattes gebildet, sondern er wird durch Verstärkungsbündel an der Außen- und Innenseite der Membran beträchtlich verbreitert. Zwischen denselben ist Fett eingelagert. Ein äußeres Bündel ist meist kräftig und überschreitet beiderseits mit seinen Insertionen den Rand des Loches; an der lateralen Seite gelangt es bis zur Hüftgelenkskapsel und wird durch Abduktions- und Rollbewegungen des Oberschenkels gespannt. Der Canalis obturatorius, welcher oben vom Sulcus obturatorius des Schambeines, unten von den genannten membranösen Teilen begrenzt wird, ist bis zu 3 cm lang und so weit, daß er eine Fingerkuppe aufnehmen kann. Es passieren ihn, in Fett eingebettet, der N. und die Vasa obturatoria.

Praktische Bemerkungen. Der Canalis obturatorius kann sowohl von Eitersenkungen, wie auch von Hernien zum Austritt aus dem Becken benützt werden. Die starren Wände des Kanales verschulden es, daß dabei leicht ein Druck auf den N. obturatorius ausgeübt wird, welcher zu Erscheinungen in dessen Verbreitungsbezirk führt.

### 2. Verbindungen der Hüftbeine mit dem Rumpf.

Articulatio sacroiliaca[1]) (*206*). In einer sehr straffen Amphiarthrose, Articulatio sacroiliaca, stehen die Facies auricularis des Kreuz- und Hüftbeines miteinander in Verbindung. Die Artikulationsflächen der beiden Knochen sind einander völlig kongruent und fast gleich groß; immerhin ist die des Darmbeines meist um ein paar Millimeter größer (Fick 1904), so daß kleine Verschiebungen nicht vollständig ausgeschlossen sind. Bei Kindern sind sie ziemlich eben, bei Erwachsenen mit leichten ineinander passenden Erhöhungen und Vertiefungen versehen. Die Artikulationsebene ist im Bereich des ersten Kreuzwirbels sehr wechselnd gestaltet, so daß sie auf dem Querschnitt bald ziemlich gerade, bald nach außen konvex gebogen, bald S-förmig gekrümmt erscheint. Im Bereich des zweiten Kreuzwirbels pflegt sie medianwärts konvex zu sein, im Bereich des dritten Kreuzwirbels ist sie ziemlich eben.

Der Knorpelüberzug der Gelenkflächen besteht in seinen oberflächlichen Lagen aus Faserknorpel, er ist von feinsten Zöttchen bedeckt. Auf dem Kreuzbein ist er 1—4 mm dick, auf dem Darmbein nur 0,3—0,6 mm (Fick).

Die Kapsel spannt sich als eine Fortsetzung des Periostes beider Knochen über die Gelenkspalte hin, an der Vorderseite ist sie in einer Rinne unmittelbar neben der Facies auricularis des Darmbeines, Sulcus paraglenoidalis (*203*), stärker befestigt.

Das Iliosacralgelenk wird durch überaus kräftige Bänder verstärkt und in seiner Lage gehalten; sie liegen zum Teil direkt auf dem Gelenk, zum Teil stehen sie auch nicht mit ihm in direktem Zusammenhang, sondern halten Wirbelsäule und Hüftbein in einiger Entfernung von ihm zusammen.

Ligamentum sacroiliacum anterius (*204, 206*). An der dem Beckenraum zugekehrten Seite des Gelenkes, welche bei einem aufrechtstehenden Menschen nach unten sieht. Es besteht aus transversalen Fasern, welche vom oberen Ende des Gelenkes nach unten zu an Stärke abnehmen.

---

[1]) Symphysis sacroiliaca.

Ligamentum sacroiliacum interosseum (*206*). Eine sehr starke Bandmasse auf der Rückseite des Gelenkes, welche den Raum zwischen der rauhen Oberfläche der Tuberositas des Kreuzbeines und den Rauhigkeiten der Pars sacralis des Darmbeines ausfüllt. Es besteht aus queren und schrägen Bündeln, welche so orientiert sind, wie es in jedem einzelnen Fall die Bedürfnisse des Zuges und Druckes verlangen. Die Bündel sind durch eingeschobenes Fett voneinander getrennt.

Ligamentum sacroiliacum posterius breve (*205*). Eine Anzahl von kurzen aber kräftigen Bänderzügen, welche in schrägem Verlauf von den Gelenkfortsätzen des Kreuzbeines zum Hüftbein herüberziehen. Sie decken das Zwischenknochenband und werden gedeckt von den Ursprüngen der langen Rückenmuskeln.

Ligamentum sacroiliacum posterius longum (*205*). An der lateralen Seite des kurzen Bandes gelegen. Es besteht aus starken, vertikalen Bündeln, welche an der Spina iliaca posterior superior entspringen und sich zu den Cristae sacrales laterales des dritten und vierten Kreuzwirbels erstrecken. Seine medialen Faserzüge fließen mit den benachbarten kurzen Bändern zusammen, seine lateralen gehen ohne bestimmte Grenze in die Anfänge des Ligamentum sacrotuberosum über.

Ligamentum iliolumbale (*204, 205*). Der Darmbeinrand erhebt sich von der Spina iliaca posterior superior in steil aufsteigendem Bogen bis zur Höhe des vierten Lendenwirbels und es erstrecken sich von den Querfortsätzen der beiden letzten Lendenwirbel quere Faserzüge zum Darmbein hin. Die vom Querfortsatz des vierten ausgehenden Züge gelangen an den Darmbeinrand, die vom fünften stammenden gehen außerdem noch an den vordersten Teil der Pars sacralis des Darmbeines oberhalb der Facies auricularis. Bei der Betrachtung von hinten her sieht man, daß die letzteren die direkte Fortsetzung der Bündel des Ligamentum iliosacrale posterius breve sind. Außer den queren Faserzügen sind auch schräg absteigende vorhanden, welche vom Querfortsatz des vierten Lendenwirbels zu dem des fünften und von diesem über die Vorderfläche des Iliosacralgelenkes bis zur Linea arcuata herablaufen. Sie entsprechen den Ligamenta costotransversaria anteriora der höher gelegenen Wirbel. An den oberen Rand des Bandes schließt sich unmittelbar das Ligamentum lumbocostale und die den M. quadratus lumborum an seiner Vorderseite deckende Fascie an.

Ligamentum sacrotuberosum (*205*). Stellt mit dem folgenden Band die unterhalb des Iliosacralgelenkes gelegenen Verbindungen zwischen Kreuzbein und Hüftbein dar. Es entspringt in breiter Fläche und in mehreren Lagen, zwischen welchen sich Fett und Gefäße einschieben, vom letzten Ende des oberen Hüftbeinrandes unter den Ursprüngen des M. glutaeus maximus und vom freien Seitenrand des Kreuzbeines bis herunter zum zweiten Steißwirbel. Die Ursprünge vereinigen sich zu einem dicken, platten Strang von beträchtlicher Stärke, welcher schräg lateralwärts absteigend zum medialen Rand des Sitzhöckers gelangt. Von der Insertion an zieht ein schmaler Sehnenstreif, Processus falciformis [1]), längs dem unteren Rand des unteren Sitzbeinastes hin, welcher sich aufwärts bis in die Fascie des M. obturator int. verfolgen läßt (M.).

Das Ligamentum sacrotuberosum kann man auch am Lebenden vom unteren Rand des M. glutaeus maximus und vom Mastdarm aus befühlen.

Ligamentum sacrospinosum (*205*). Liegt unter dem vorigen, nach dem Innern des Beckens zu. Es fließt mit dem M. coccygeus zu einer aus Bindegewebs-

[1]) Falx ligamentosa.

und Muskelbündeln zusammengesetzten dreieckigen Platte zusammen, in welcher die Bandfasern zuweilen fast ganz von den Muskelfasern verdrängt werden. Es setzt sich mit breiter Basis einerseits am Seitenrand des Kreuzbeines und am Steißbein fest und gelangt andererseits an die hintere Fläche der Spina ischiadica (M.-H.).

Durch die beiden zuletzt genannten Bänder wird der große Einschnitt zwischen Hüftbein und Kreuzbein, Incisura sacro-ischiadica, wie ihn das seiner Bänder entkleidete Becken zeigt, in das Foramen ischiadicum majus oben und das Foramen ischiadicum minus unten zerlegt. Ersteres ist von rundlicher Gestalt, letzteres halbmondförmig oder dreieckig. Beide Löcher werden zum Durchtritt von Muskeln, Gefäßen und Nerven benutzt.

### 3. Verbindungen der Hüftbeine unter sich.

Schamfuge. Symphysis ossium pubis (*204*). Die Schambeinsymphyse verbindet die beiden Hüftbeine in der vorderen Mittellinie miteinander. Die beiden Schambeine wenden sich elliptische Flächen zu, welche von hyalinem Knorpel bedeckt sind. Von ihm geht eine teils faserknorpelige, teils rein bindegewebige Schichte, Lamina fibrocartilaginea interpubica aus, welche die beiden Flächen miteinander in Zusammenhang setzt. Ihre Fasern verlaufen im Centrum vorwiegend quer, in der Peripherie mit gekreuzten Bündeln, ganz wie bei den Faserringen der Intervertebralscheiben. Die hyaline Schichte ist in der Jugend, die faserknorpelige im Alter mächtiger. An der dem Beckeninneren zugekehrten Rückseite überragen die Weichteile der Symphyse die angrenzende glatte Knochenfläche in Form eines longitudinalen Wulstes (*207, 208*). Von da aus laufen die beiden Knochenoberflächen in der hinteren Hälfte einander parallel, dann divergieren sie stark, so daß die vordere Oberfläche der Symphyse mehr als doppelt so breit erscheint, wie die hintere.

Regelmäßig findet sich, zumeist im hinteren oberen Teil der fibrösen Verbindung eine lineare Spalte von sehr variabler Ausdehnung (*208*).

In der Schwangerschaft lockert sich das Gewebe der Symphyse und die Höhle wird größer (Fick).

Die Schamfuge wird durch Bandmassen verstärkt und in ihrer Festigkeit versichert. Auf der Vorderseite kreuzen sich die Sehnen der sämtlichen dort angehefteten Muskeln und bilden eine dicke Bindegewebsplatte. Am oberen Ende der Symphyse laufen quere Verstärkungsfasern, Ligamentum pubicum superius (*204*), von einem Tuberculum pubicum zum anderen. Nach unten hin setzt sich die Fasermasse der Symphyse in das Ligamentum arcuatum pubis [1]) fort, welches den Schambogen ausrundet. In der Mitte besitzt es einen scharfen freien Rand, weiter seitlich legt es sich den unteren Schambeinästen an.

Die Blutversorgung der Schamfuge ist eine gute und wird besonders in der Schwangerschaft eine sehr reichliche. Die Arterien stammen zumeist aus der A. obturatoria und pudenda externa.

### 4. Das Becken, Pelvis.

Das Becken im ganzen (*204, 205, 209—213*) besteht aus den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein. Das an letzterem hängende Steißbein gehört ihm zwar natürlich auch zu, ist aber für seinen Aufbau ohne größere Bedeutung. Es setzt sich aus zwei Teilen zusammen, dem großen Becken, Pelvis major, und dem kleinen

[1]) Ligamentum pelvis anterior triangulare.

Becken, Pelvis minor, welche durch eine Grenzlinie, Linea terminalis[1]), voneinander getrennt sind. Diese beginnt an der Wirbelsäule mit dem Promontorium (S. 31), geht von ihm aus auf die abgerundete Kante über, welche die obere Fläche von der vorderen der Seitenteile des Kreuzbeines trennt und folgt dann der Linea arcuata pelvis und dem Pecten ossis pubis bis zur Symphyse.

Das große Becken besteht aus den beiden Darmbeinschaufeln, der oberen Fläche der Seitenteile des Kreuzbeines und den Bändern, welche sich von der Wirbelsäule zum Darmbein ausspannen. Zwischen den vorderen Rändern der beiden Darmbeine ist es weit offen. Topographisch gehört es insofern noch der Bauchgegend an, als es die Unterlage für die in der Bauchhöhle gelegenen Eingeweide bildet.

Das kleine Becken ist ein Kanal, welcher nur dicht unter der Linea terminalis zu einem kaum mehr als fingerbreiten knöchernen Ring geschlossen ist. Unter ihm wird die Wand vorne ergänzt durch die Membrana obturatoria, weiter hinten ist sie beiderseits durch den großen Einschnitt, der Incisura sacroischiadica, unterbrochen, welcher durch die Ligamenta sacrotuberosum und sacrospinosum nur unvollkommen geschlossen wird. Den vollständigen Verschluß haben dort die Weichteile zu besorgen, welche die Foramina ischiadica majus und minus passieren.

Der Beckenkanal besitzt eine gekrümmte Form mit vorderer kürzerer und hinterer längerer Wand. Seine ebenfalls gekrümmte Achse nennt man Führungslinie, Axis pelvis (*213*).

Als Beckeneingang, Apertura pelvis superior[2]), bezeichnet man die vom Promontorium und der Linea terminalis gebildete Linie. Sie umschließt eine Ebene, welche sowohl vorne wie hinten aufwärts gebogen ist.

Der Beckenausgang, Apertura pelvis inferior[3]), welcher durch die Weichteile des Beckenbodens verschlossen wird, ist von sehr unregelmäßiger Gestalt. Er beginnt vorne mit dem unteren Ende der Symphyse, eigentlich mit dem freien Rand des Ligamentum arcuatum, von welchem aus nach beiden Seiten die Schamsitzbeinäste absteigen. Sie schließen miteinander beim Manne einen Winkel, Angulus pubis (*210*) ein, welcher sich bei der Frau bogenförmig zum Arcus pubis (*212*) abrundet. Die tiefste Stelle des Beckenausganges wird jederseits vom Sitzknorren gebildet; von diesem aus steigt er in den Ligamenta sacrotuberosa zum unteren Ende des Kreuzbeines auf. Das Steißbein springt in der dorsalen Mittellinie nach vorne gekrümmt in den Beckenausgang vor (*209*, *211*), doch kann es wegen seiner normalerweise vorhandenen Beweglichkeit nach hinten abgebogen werden.

Die Stellung des Beckens wechselt je nach der Stellung, welche der Gesamtkörper einnimmt. Bei einem aufrechtstehenden Menschen (*213*) ist es in der Art geneigt, daß Spina iliaca anterior superior und Tuberculum pubis in die Frontalebene fallen. Zieht man ferner eine Linie von dem oberen Symphysenpunkt bis zum Mittelpunkt der Vorderfläche des dritten Kreuzwirbels (Normalconjugata, H. Meyer, 1853), dann neigt sich dieselbe bei aufrechter Stellung um 30° gegen die Horizontalebene.

Das Becken liegt im Mittelpunkt des ganzen Körpers und enthält den Schwerpunkt desselben nahe unter dem Promontorium (Braune und Fischer 1889). Seine wichtigste statische Funktion besteht darin, den Druck aufzunehmen, welchen bei

[1]) Linea innominata.
[2]) Introitus pelvis.
[3]) Exitus pelvis.

aufrechter Haltung die Last des Oberkörpers ausübt, und auf die beiden von den unteren Extremitäten dargestellten Stützen zu übertragen. Diese Übertragung geschieht vom Kreuzbein aus durch Vermittelung der Pars pelvina der Darmbeine. Kreuzbein und Darmbeine bilden in ihrer Vereinigung ein sphärisches, noch öfter ein elliptisches Gewölbe, welches auf den Oberschenkelköpfchen ruht. Die Schambeine mit ihrem medialen Schluß in der Schambeinsymphyse stellen die Verankerung dieses Gewölbes dar (Leßhaft 1893). Das Os ischii ist beim aufrechtstehenden Menschen statisch nicht beteiligt, es tritt beim Sitzen in Funktion, wobei nicht der Oberschenkelkopf des anders gestellten Beckens die Rumpflast aufnimmt, sondern eben das Sitzbein. Auch dieses ist fest verankert durch die pfeilerartig vom Sitzknorren zur Schambeinsymphyse aufsteigenden unteren Sitzschambeinäste. Die Ligamenta sacrotuberosum und sacrospinosum, besonders das erstere, tragen zur Festigkeit des Beckens bei, sie sorgen in jeder Lage dafür, daß sich das Kreuzbein nicht vom Tuber ischiadicum entfernen kann. Daß auch die innere Struktur der Hüftbeine den statischen Bedürfnissen entspricht, wurde bereits oben (S. 144) erwähnt.

Geschlechtsverschiedenheiten (*209—212*). Bei keinem anderen Teil des Skeletes sind die Geschlechtsverschiedenheiten so deutlich ausgeprägt, wie beim Becken, was darauf zurückzuführen ist, daß zu den Funktionen, welche es beim Manne auszuüben hat, bei der Frau noch die hochwichtige Funktion als Geburtskanal hinzukommt. Es sind die folgenden: 1. Das weibliche Becken ist im ganzen graziler wie das männliche. 2. Das weibliche Kreuzbein ist häufig, jedoch nicht immer, verhältnismäßig breiter als das männliche; der obere Teil der Kreuzbeinkrümmung ist bei der Frau tiefer, die Krümmung im ganzen aber flacher wie beim Mann. 3. Die Vorderwand des weiblichen Beckens ist im ganzen niederer, wie die des männlichen. 4. Die Symphyse und der ganze Raum zwischen den beiden Foramina obturatoria ist bei der Frau breiter als beim Mann. 5. Die Foramina obturatoria des weiblichen Beckens sind niederer als die des männlichen. 6. Der Angulus pubis des Mannes besitzt einen Winkel von 70—75°, der Arcus pubis der Frau von 90—100°. Die Knochenränder des Arcus sind bei der Frau stark nach außen umgebogen. 7. Die weibliche Beckenhöhle ist geräumiger wie die männliche. 8. Der weibliche Beckeneingang besitzt ein weniger vorspringendes Promontorium und eine größere Querspannung als das männliche. 9. Der weibliche Beckenausgang hat durch größere Entfernung der Sitzknorren voneinander und den größeren Schambogen eine größere Weite als der männliche.

Da die Geburtshilfe das größte Interesse daran hat, die mittleren Dimensionen des weiblichen Beckens zu erkennen, hat man den Maßen von jeher große Aufmerksamkeit gewidmet. Mittelmaße aber lassen sich deshalb aufstellen, weil die Größe des normalen Beckens in viel engeren Grenzen schwankt als die des Skeletes im ganzen, so daß also eine größere Frau ein relativ kleines, eine kleinere ein relativ großes Becken besitzt (*211, 213*).

Man hat folgende Zahlen festgestellt (Runge 1909):

Beckeneingang:

Gerader Durchmesser, Conjugata vera [1]), kürzeste Entfernung zwischen Promontorium, Schamfuge: 11,0 cm.

Querer Durchmesser, Diameter transversa, weiteste Entfernung zwischen beiden Lineae terminales: 13,5 cm.

---

[1]) Diameter anterio-posterior.

Schräger Durchmesser, Diameter obliqua, von der einen Articulatio sacroiliaca zur Eminentia ileopectinea der anderen Seite: 12 cm.

Beckenweite:

Das ist eine Ebene gelegt durch die Vereinigung des zweiten und dritten Kreuzwirbels, Mitte der Pfannengegend und Mitte der Symphyse.

Gerader Durchmesser: 12,5 cm.

Querer Durchmesser, zwischen den Mitten der Pfannengegenden: 12,5 cm.

Schräger Durchmesser, Mitte des oberen Randes der einen Incisura ischiadica zur Mitte des gegenüberliegenden Sulcus obturatorius: 13,5 cm.

Beckenenge:

Das ist die Ebene, welche durch die Spitze des Kreuzbeines, die Sitzbeinstacheln und den unteren Rand der Symphyse gelegt wird.

Gerader Durchmesser: 11,5 cm.

Querer Durchmesser, Entfernung zwischen beiden Sitzbeinstacheln: 10,5 cm.

Schräger Durchmesser: Müßte von dem hinteren Ende des Ligamentum sacrotuberosum ausgehen. Inkonstant.

Beckenausgang:

Gerader Durchmesser, geht vom unteren Rand der Symphyse zur Steißbeinspitze: 9 cm. Kann unter der Geburt durch Zurückdrängen des Steißbeines um 2—2,5 cm vergrößert werden.

Querer Durchmesser, verbindet beide Tubera ischiadica: 11 cm.

Schräger Durchmesser: Inkonstant, weil vom Bandapparat ausgehend.

Conjugata diagonalis, kürzeste Entfernung vom unteren Rand der Schambeinsymphyse zum vorragendsten Punkt des Promontoriums: 12,5—13 cm. Ein besonders wichtiges Maß, da man es leicht an der Lebenden gewinnen kann. Um aus der Conjugata diagonalis die Conjugata vera zu berechnen, hat man durchschnittlich 1,8—2 cm abzuziehen.

In der Absicht, durch Messungen am großen Becken Rückschlüsse auf das kleine Becken zu machen, ermittelt man auch die Entfernung der Spinae iliacae anteriores superiores voneinander: am trockenen Becken 23 cm, an der Lebenden 26 cm; ferner die größte Entfernung zwischen den Darmbeinkämmen: 25 cm; bei der Lebenden: 29 cm.

Obgleich die Verbindung zwischen Kreuzbein und Hüftbeinen eine außerordentlich feste ist, hat doch Klein nachzuweisen vermocht, daß eine geringe Beweglichkeit vorhanden ist. Bei einer Belastung der Hüftbeine durch die herabhängenden Beine ist die Conjugata am größten, sie wird um so kleiner, je mehr sich die Beine dem Rumpfe nähern. Auch durch eine Durchschneidung der Schamfuge läßt sich der Beckeneingang, und zwar nicht unerheblich, vergrößern, was ebenfalls auf eine Bewegung in der Kreuzbein-Hüftbeinverbindung zurückzuführen ist. Die starke Durchfeuchtung der Bandmassen derselben bei Schwangeren erleichtert eine Lockerung.

Altersverschiedenheiten. Beim Neugeborenen ist das Becken klein und besitzt eine so enge Höhle, daß die später in ihm liegenden Organe zum großen Teil gezwungen sind, in die Bauchhöhle aufzusteigen. Ein Promontorium ist noch nicht ausgebildet. Das Kreuzbein ist in allen Dimensionen relativ größer als später. Der Beckenraum ist höher, die Foramina obturata sind näher zusammengerückt. Vorhandene geringe Geschlechtsunterschiede (Fehling 1876) gehen im Laufe des kindlichen Wachstums verloren; vom zehnten Lebensjahr ab bildet sich das männliche

Becken gleichmäßig weiter, ohne den kindlichen Typus zu verlieren, das weibliche erhält seine charakteristische Gestalt erst mit dem Eintritt der Pubertätsentwickelung (Merkel 1902).

Auch Rassenverschiedenheiten des Beckens werden beobachtet.

Varietäten. Es gibt Becken mit hochstehendem und tiefstehendem Promontorium (Froriep 1881). Der Unterschied kann eine ganze Wirbelhöhe betragen. Das Becken mit tiefstehendem Promontorium pflegt man als das normale anzusehen, das mit hochstehendem steht der kindlichen Form näher. Die Darmbeinschaufeln sind in einer Reihe von Fällen steiler aufgerichtet als gewöhnlich, was ebenfalls kindlich ist (Merkel). Die Form des Beckeneinganges kann mehr kartenherzartig oder elliptisch oder rundlich gestaltet sein, ohne daß man dabei von Abnormitäten sprechen könnte. Das Becken kann in seiner ganzen Ausbildung die Merkmale des kindlichen Typus behalten, es kann im allgemeinen zu klein, es kann auch zu groß sein. Die Beckenhöhle kann durch Krankheiten (Rachitis, Osteomalacie, Hüftgelenksleiden) abgeplattet werden, oder eine Dreiecksform mit schnabelförmig vorspringender Symphyse annehmen, oder auch schräg verengt erscheinen.

Eine wichtige, aber sehr seltene Varietät des Kreuzbeines ist es, daß seine Seitenteile rudimentär ausgebildet sind. Die ganze Beckenform wird dadurch verändert und der Beckeneingang von beiden Seiten her so stark verengt, daß das Durchtreten des Kinderkopfes bei der Geburt unmöglich wird.

Ist der erste Kreuzwirbel nur einseitig assimiliert oder steigt die Zahl der Kreuzwirbel auf sechs, dann kommt es oft zur Ausbildung eines doppelten Promontoriums (S. 33). An den zuweilen vorkommenden Stachel im Verlauf der Linea terminalis (S. 145) sei erinnert, er kann ein Geburtshindernis abgeben. Es können auch an anderen Stellen Vorsprünge vorhanden sein, welche gelegentlich geburtshilflich von Bedeutung werden, so kann das Promontorium ungewöhnlich eckig und scharf sein, die Rückseite der Symphyse kann sich zu einem scharfen Grat umwandeln, am Ansatz des M. piriformis können kleine Knochenzapfen (Waldeyer) vorhanden sein. Die Eminentia ileopubica und die Vereinigung der unteren Scham- und Sitzbeinäste kann zu einer starken Rauhigkeit umgewandelt erscheinen. In allen Bändern werden gelegentlich Knocheneinlagerungen beobachtet. Umgekehrt bleibt die Knochenbildung auch zuweilen aus, so an den unteren Scham- und Sitzbeinästen (Hyrtl). Besonders wichtig ist der Fall, in welchem durch eine Entwickelungshemmung die beiden Schambeine nicht zum Schluß in der Schambeinsymphyse kommen. In höheren Graden entsteht dann Ektopie und Spaltung der Blase und die ganze Beckenform wird durch das Fehlen der Gewölbeverankerung verändert.

Praktische Bemerkungen. Das Iliosacralgelenk ist hinten weit besser geschützt als von vorn; es operativ zu lösen, dürfte bei Erwachsenen wohl schwerlich möglich sein. Bei Kindern gelingt ein Eindringen in das Gelenk und ein Vorbiegen des unvollständigen Beckenringes bei Inversio vesicae, doch folgt dabei das Messer keineswegs streng der Gelenkspalte. Da das Gelenk vorne nur wenig geschützt ist, können Durchbrüche dort leichter erfolgen, wie hinten. Bei Symphyseotomie wird man es vermeiden, von vorne nach hinten durchzuschneiden, da man bei der Verschmälerung der Schamfuge nach hinten nicht sicher sein kann, ihren Verlauf genau einzuhalten; von innen her kann man sie aber sehr leicht finden, da sie dort als eine Firste fühlbar ist und ohne Schwierigkeit die Trennung nach außen durchführen. Die Gefährlichkeit der Operation liegt nicht in dem Verhalten der Symphyse selbst, sondern in dem der ihr benachbarten Gefäße und Eingeweideteile. Auch Verletzungen des Beckens werden nicht selten dadurch besonders schwer, daß die in und an ihm liegenden Weichteile in Mitleidenschaft gezogen werden, so können sie bei Frakturen durch eindringende Knochensplitter mehr oder weniger geschädigt werden, sie können mit dem Bruche des Knochens zerreißen u. dgl. mehr. Die Frakturen können einzelne Teile des Beckens betreffen, indem z. B. ein Teil der Darmbeinschaufel oder der Sitzknorren abbricht oder ein Schamsitzbeinast eine Kontinuitätstrennung erfährt, oder wenn durch Fall auf das Gesäß das Kreuzbein quer durchbricht. Sie können auch den Beckenring im ganzen betreffen, wenn eine schwere Last auf ihn fällt, oder ein Wagenrad ihn zusammenpreßt. Es entsteht dann auf der einen Seite durch Druck, auf der anderen durch Riß eine Trennung. Typische Frakturstellen sind einerseits die mediale Umrandung der Foramina obturata, anderseits die Stelle in oder neben der Articulatio sacroiliaca. Hier können auch die übermäßig gespannten Bänder die Spina iliaca poster. super. oder Teile des Darmbeinkammes abreißen, während sie selbst ihrer Stärke wegen unzerrissen bleiben. Die schwächste Stelle des Kreuzbeins ist in den Spangen

zu suchen, welche die Foramina sacralia voneinander trennen. Bei jungen Leuten ist die Elastizität des Beckenringes so groß, daß er vermöge seiner Federkraft ohne Fraktur davon kommt, auch bei Gewalteinwirkungen, von welchen man eine solche erwarten könnte. Bei ihnen kommt es zuweilen zu einer Trennung der transitorischen Nähte, welche im Acetabulum zusammenstoßen. Die Pfanne hat einen so dünnen Boden, daß ihn der Oberschenkelkopf sprengen und in das Innere des Beckens eindringen kann. — Alle Bandverbindungen können sich bei schweren Gewalteinwirkungen lösen, die Articulatio sacroiliaca, die Symphysis ossium pubis, die Verbindung zwischen Kreuz- und Steißbein.

### b) Oberschenkelbein, Femur.

Das Oberschenkelbein (*214*, *215*, *216*) ist der längste Knochen des Skeletes. Sein proximales Ende verbindet sich mit dem Becken, sein distales mit dem Schienbein. Das proximale Ende endigt in dem Oberschenkelkopf, Caput femoris, dessen überknorpelte Gelenkfläche etwa zwei Drittel einer Kugel ausmacht. Etwas unterhalb seines Gipfels findet man ein rauhes Grübchen, Fovea capitis, zur Anheftung des Ligamentum teres. An den Kopf schließt sich ein relativ langer Hals, Collum femoris, an, welcher in seinem lateralen Teil verbreitert und von vorn nach hinten etwas abgeplattet, im Winkel an den Schaft angesetzt ist. Dieser Winkel beträgt im Mittel 127° (Charpy 1892), doch schwankt er in weiten Grenzen; immerhin kann man sagen, daß er bei kurzen Oberschenkelbeinen, wohl auch bei breiterem Becken kleiner ist. Da nun die Frauen kürzere Oberschenkel und ein breiteres Becken haben als die Männer, pflegt er bei ihnen kleiner zu sein.

Der Winkel, in welchem der Schenkelhals gegen die Achse des Kniegelenkes gedreht ist, schwankt in weiten Grenzen; im Mittel kann man vielleicht 12° annehmen.

An den Hals schließen sich wie am Oberarm zwei Höcker an, die Rollhügel, Trochanter major und Trochanter minor. An dem ersteren läuft die laterale Seite des Schaftes aus; er ist hakenförmig medianwärts umgebogen und zeigt sich gegen den Hals hin grubig zur Fossa trochanterica vertieft. Der letztere ist von kegelförmiger Gestalt, er sieht nach hinten und medial und steht dort, wo der Schaft in die Unterseite des Halses umbiegt. Beide Trochanteren werden über die Rückseite des Knochens hin durch die Crista intertrochanterica [1]) (*218*) verbunden, einen Wulst, aus welchem sich der Hals heraushebt. An Trochanter major, Fossa trochanterica und Crista intertrochanterica setzen sich die Rollmuskeln des Oberschenkels an, an den Trochanter minor der M. iliopsoas.

Der Schaft des Oberschenkelbeines ist vorwärts konvex gebogen (*216*). Sein Querschnitt ist im größten Teil seiner Länge rundlich, doch nähert er sich der dreiseitig prismatischen Form durch das Vorhandensein zweier longitudinaler Kanten. Die eine, Angulus medialis, ist glatt und stark abgerundet; sie verläuft über die mediale Seite vom unteren Umfang des Halses an bis herab zum Epicondylus medialis. Die andere ist rauh, kräftig vorspringend, und zieht über die Rückseite des Knochens herab. Sie wird als Linea aspera [2]) bezeichnet. In der Mitte des Oberschenkelbeines ist sie am kräftigsten ausgebildet und besitzt dort zwei mehr oder weniger deutliche Kanten, Labium mediale und Labium laterale (*215*). An ihr setzen sich die meisten am Oberschenkelbein entspringenden oder an ihm endenden Muskeln an. Die beiden Lippen der Linea aspera weichen proximalwärts auseinander. Die laterale

[1]) Linea intertrochanterica.
[2]) Crista femoris.

endet unter dem Trochanter major mit einer Rauhigkeit, Tuberositas glutaea, zum Ansatz des M. glutaeus maximus. Sie schwillt manchmal zu einem stumpfen, in die Länge gezogenen Höcker, Trochanter tertius, an, welcher bei manchen Säugetieren die Regel ist. Die mediale Lippe zerfällt in zwei Teile; der eine steigt zum Trochanter minor auf [1]), der andere biegt unter ihm nach vorne ab und steigt über die Vorderseite des Knochens als die rauhe Linea obliqua femoris [2]) (*214*) bis zum Trochanter major auf; an ihr heften sich die von oben herkommenden Kapselbänder und die nach unten gehenden obersten Bündel des M. vastus medialis an.

Nach dem distalen Ende hin verbreitert sich der Schaft immer mehr, so daß sein Querschnitt eine querovale Form annimmt. Dort divergieren die beiden Lippen der Linea aspera und erstrecken sich beiderseits bis zu den Epicondylen. Die mediale Lippe endigt mit einer Muskelrauhigkeit (Hentzelt 1911). Sie fassen die oben glatte, unten rauhe und von zahlreichen Gefäßöffnungen durchbohrte Kniekehlenfläche, Planum popliteum [3]), zwischen sich (*215*).

Das distale Ende trägt die Gelenkfläche zur Artikulation mit der Tibia. Dieselbe ist geteilt und nimmt zwei kräftige, aus der Rückfläche des Knochens vortretende Vorsprünge, Condylus medialis und Condylus lateralis, ein. Beide sind durch eine tiefe Grube, Fossa intercondyloidea [4]), voneinander getrennt. Eine rauhe transversale Kante, Linea intercondyloidea, verbindet die oberen Enden der beiden Condylen und setzt dadurch die Grube gegen das Planum popliteum ab. Die überknorpelten Gelenkflächen der Condylen sind in sagittaler Richtung gewölbt (*215*). Nach der vorderen Seite des Femurendes hin fließen die Gelenkflächen zu einer einzigen zusammen, welche nicht mehr mit dem Schienbein, sondern mit der Kniescheibe artikuliert, weshalb sie den Namen Facies patellaris führt (*214*). Die Fläche ist in der Art verschoben, daß sie lateral etwas weiter heraufreicht, wie medial, und daß eine vertikale Rinne, welche sie trägt, etwas nach der medialen Seite hin gerückt ist. Von den Gelenkflächen der Condylen hebt sich die Facies patellaris durch eine seichte Furche ab.

Auf den beiden Seitenflächen der Condylen erheben sich stumpfe und niedere Höcker, Epicondylus lateralis und Epicondylus medialis [5]). An sie setzen sich Bänder und Muskeln fest. Der Epicondylus lateralis ist an seinem distalen Umfang durch eine breite Furche abgesetzt, der Epicondylus medialis ist höher und zerfällt nicht selten durch eine flache Grube in eine untere und obere Erhebung (Tuberculum supracondyloideum).

Das Oberschenkelbein ist so gleichmäßig von Weichteilen bedeckt, daß nur die beiden Seiten des distalen Endes einer unmittelbaren Untersuchung zugänglich sind. Auch der Trochanter major ist durch die Haut zu fühlen, was deshalb von Bedeutung ist, weil er ungefähr in gleicher Höhe mit der Fossa capitis steht, so daß seine Stellung einen Schluß auf die Stellung des Oberschenkelkopfes zuläßt. Da die Oberschenkelknochen proximal durch die Breite des Beckens voneinander getrennt sind, mit ihren distalen Enden an den Knien sich aber berühren, sind ihre Achsen schief nach unten und medial gerichtet. Um die schiefe Stellung unschädlich zu

---

[1]) Linea pectinea.

[2]) Linea intertrochanterica. Diese Bezeichnung ist unzutreffend, da die Linie mit dem Trochanter minor nichts zu tun hat.

[3]) Von Poples, Kniekehle.

[4]) Fossa poplitea.

[5]) Condylus lateralis und medialis.

machen, ragt der Condylus medialis weiter vor als der Condylus lateralis. Man überzeugt sich davon am besten, wenn man den Knochen mit seinem distalen Ende auf eine horizontale Unterlage, den Tisch oder auch auf die Gelenkfläche der Tibia stellt.

Der Oberschenkel ist ein typischer Röhrenknochen mit einer sehr festen und dicken Compacta und einem, besonders in der Mitte seiner Länge, relativ engen Markkanal. An beiden Enden blättert sich die Compacta, wie an jedem Röhrenknochen zur Spongiosa auf; diese aber besitzt im Zusammenhang mit den statischen Verhältnissen eine Struktur spezifischer Art. Am proximalen Ende sind die Lamellensysteme, entsprechend seiner gebogenen Form, in ihrem Verlauf modifiziert und dazu kommt noch das System des Schenkelspornes (Merkel 1874)[1]), einer Leiste von kompakter Knochensubstanz, welche von der hinteren Seite des Halses ab, am Trochanter minor vorbei in das Innere des Knochens vorspringt. Von ihr strahlen Spongiosabälkchen radiär nach allen Seiten aus und verbinden sich mit der dünnen Corticalis. In höherem Alter schwindet der Schenkelsporn mit dem allgemeinen Schwinden der Knochensubstanz fast vollständig. Am distalen Ende des Knochens strahlt in die regelmäßig sich kreuzenden Züge der Spongiosabälkchen ein System radiärer Bälkchen ein, welches von einer etwas verdickten Stelle der Corticalis in der Gegend der Fossa intercondyloidea ausgeht (Unterer Schenkelsporn, Albert 1900).

Das kräftige Periost läßt sich vom Schaft des Knochens leicht abschaben, nur an der Linea aspera adhäriert es äußerst fest.

Arteriae nutriciae sind eine oder zwei vorhanden; sie werden von den Artt. perforantes abgegeben. Sie betreten den Knochen durch Löcher, welche auf oder neben der Linea aspera stehen und in proximal gerichtete Kanälchen führen. Weite Gefäßlöcher stehen am proximalen Ende in größerer Zahl auf der Crista intertrochanterica und neben ihr auf dem Collum femoris, am distalen Ende sowohl vorne, wie besonders hinten am Ende des Planum popliteum.

Entwickelung (*274, 275*). In der Mitte der Diaphyse des Oberschenkels erscheint ein Kern in der siebenten bis achten Fetalwoche. Beim Neugeborenen ist das proximale und distale Ende des Knochens noch knorpelig, doch enthält das distale Ende in der Regel einen kurz vorher aufgetretenen Knochenkern, welcher als, freilich nicht untrügliches, Mittel die Reife der Frucht zu bestimmen eine forensische Bedeutung erlangt hat. Am Oberschenkel des Neugeborenen ist der Hals noch sehr kurz, er erhält erst im Laufe der ersten Lebensjahre seine definitive Gestalt. Ende des ersten Lebensjahres entsteht ein Kern im Kopfe des Oberschenkels; im dritten bis vierten Jahr kommt ein Kern im Trochanter major, im 12. bis 14. ein solcher im Trochanter minor hinzu. Dieser letztere verschmilzt mit dem Körper im 17. Jahr, ihm folgt der des Trochanter major, dann der des Kopfes und zuletzt im 20.—24. Jahr vereinigt sich die untere Epiphyse mit dem Körper.

Varietäten. Das Tuberculum supracondyloideum (mediale) kann so groß werden, daß es am Lebenden durch die Haut zu fühlen ist. Auch ein Tuberculum supracondyloideum laterale kommt zuweilen vor. Am lateralen Rand des Oberschenkels kommt zuweilen am Ursprung des kurzen Biceps kopfes ein platter, kammartiger Fortsatz vor (Wilbrand).

Praktische Bemerkungen. Der Winkel, welchen der Hals des Oberschenkels mit dessen Körper bildet, ist in der Jugend größer als beim Erwachsenen, er verkleinert sich durch die Belastung. Fällt diese im Kindesalter fort, wie bei dauernder Bettlägerigkeit, bei Lähmungen, nach Amputationen, dann bleibt auch der Winkel größer. Das Schwinden des Schenkelspornes in späteren Lebensjahren erklärt das leichte Eintreten von Schenkelhalsbrüchen im Greisenalter. Auch bei jüngeren Personen können jedoch Brüche des Schenkelhalses entstehen, was bei der eigenartigen Winkelstellung desselben leicht verständlich ist. Von ihrem Verhalten zur Gelenkkapsel wird unten die Rede sein. Der Trochanter major kann gesondert abbrechen, der Trochanter minor kann vom M. iliopsoas abgerissen werden.

[1]) Lamina femoralis interna, Krause.

Die konvexe Biegung des Körpers nimmt bei Rachitis zu. Die Biegung erleichtert die Entstehung von Frakturen, wenn den hohl liegenden Oberschenkelschaft eines am Boden ausgestreckten Menschen von vorne her eine Gewalteinwirkung trifft, oder wenn bei Fall auf die Füße die Biegung vergrößert wird, so daß der Knochen an der Konvexität einreißt, an der Konkavität durchbricht. Frakturen können nach Art und Richtung der Gewalteinwirkung an jeder Stelle des Schaftes eintreten, seine gleichartige Struktur schreibt ihnen keine besondere Richtung vor. Wegen der zahlreichen Ansätze starker Muskeln ist die Gefahr einer Dislokation der Bruchenden und einer Verkürzung des Gliedes bei der Heilung groß. Ist das kräftige Periost bei reinen Querbrüchen jugendlicher Personen erhalten, dann kann es eine Dislokation verhindern. Am distalen Ende kann einer der Condylen abbrechen; auch T-Brüche, ähnlich denen des distalen Humerusendes, kommen vor. — Lösungen sind an sämtlichen Epiphysen beobachtet worden. (S. auch unten beim Kniegelenk.)

### c) Hüftgelenk, Articulatio coxae.

Das Hüftgelenk stellt die Abart des Kugelgelenkes dar, welche man als Nussgelenk, Enarthrosis, bezeichnet. Es ist ein Gelenk, dessen Bewegungen von denen des Schultergelenkes im wesentlichen nicht verschieden sind. Am freiesten sind sie in halber Beugung, wie sie die normale Stellung eines vierfüßig gehenden Säugetieres ist. In der aufrechten Stellung, welche der Mensch angenommen hat, ist das Gelenk in starker Streckung, die vorderen Bänder sind gespannt und die Kapsel ist einigermaßen torquiert, wodurch die Freiheit der Bewegung eine Einbuße erleidet. Für die Tätigkeit des Gelenkes ist es ferner nicht günstig, daß im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Vorkommen die mehr als halbkugelige Pfanne an Ausdehnung die Größe des Kopfes übertrifft; dies wird aber dadurch wett gemacht, daß der Hals des Oberschenkels zum großen Teil in die Kapsel einbezogen ist. Wenn der überknorpelte Kopf bei extremen Bewegungen auf der einen Seite über den Rand der Pfanne heraustritt, kann auf der gegenüberliegenden der im Verhältnis zum Gelenkkopf schlanke Hals in die Pfanne eintreten, so daß die Bewegungen ungehindert vor sich gehen können; wäre der Hals so kurz, wie am Oberarm, dann würden sie nicht ausführbar sein.

Der Gelenkkopf, welcher, wie oben S. 153 erwähnt wurde, etwa zwei Drittel einer Kugel ausmacht, hat eine regelmäßig gekrümmte Oberfläche, welche beim Mann einen Halbmesser von etwa 2,6 cm, bei der Frau von 2,4 cm besitzt. Der ihn bedeckende Gelenkknorpel endigt nicht überall in einer geraden ihn umkreisenden Linie, sondern buchtet sich vorne oben und hinten unten leicht konkav ein. Am dicksten ist der Knorpel vorn unten.

Die Pfanne trägt nur auf der Facies lunata Knorpelbelag, welcher oben und hinten dicker ist als vorne. Sie wird durch eine Gelenklippe, Labrum glenoidale [1]) (*217, 217a*), zu einer mehr als halbkugeligen Höhle ergänzt. Dieselbe ist eine aus Faserknorpel und Bindegewebe bestehende, 5—6 mm hohe Verlängerung des Pfannenrandes, welche an diesem breit entspringt und sich an ihrem freien Rande zuschärft. Sie umkreist den Rand der Pfanne vollständig und verbreitert sich an der Incisura acetabuli zu dem kräftigen, rein bindegewebigen Ligamentum transversum acetabuli (*204, 217a*), welches dieselbe überbrückt, aber nicht ganz ausfüllt, so daß zwischen dem Ligament und dem inneren Rand der Incisur eine Lücke bleibt, durch welche Fett und Blutgefäße von außen her in die Fossa acetabuli eintreten. Erst durch die Gelenklippe wird der Schenkelkopf so weit umschlossen, daß er in der Pfanne festgehalten wird; will man ihn exartikulieren, dann muß man sie einschneiden; es dringt dann Luft in die Pfanne ein und der Kopf läßt sich nun nach

[1]) Limbus cartilagineus.

Aufhebung des Luftdruckes, der vorher die Gelenklippe fest andrückte, leicht aus der Pfanne herausziehen.

Im Inneren des Gelenkes werden Pfanne und Kopf verbunden durch das Ligamentum teres femoris (*217*, *217a*), ein Band, welches bei niederen Wirbeltieren, selbst noch bei manchen Säugern außerhalb des Hüftgelenkes liegt, in der Tierreihe dann aber immer weiter in das Gelenk hineinrückt, bis es endlich, wie beim Menschen, frei in dessen Innenraum zu liegen kommt. Es entspringt breit an beiden Enden der Facies lunata und an dem zwischen ihnen ausgespannten Ligamentum transversum und nimmt noch Fasern von außen her mit, welche durch die Lücke hinter diesem Band in das Gelenk eintreten. Von diesem Ursprung aus erhebt sich das Band als ein dreiseitiger Bindegewebskörper, welcher sich nach oben verjüngt, um sich in der Fossa capitis festzuheften. Von seiner Insertion strahlen Bindegewebszüge einige Millimeter weit auf die benachbarte Knorpelfläche aus. Es liegt gefaltet zwischen dem Gelenkkopf und dem die Fossa acetabuli ausfüllenden Fett. Es enthält Gefäße, welche in der Jugend, in manchen Fällen auch noch beim Erwachsenen, bis in den Schenkelkopf vordringen, ohne demselben aber eine nennenswerte Menge Blutes zuzuführen.

Seine mechanische Bedeutung ist eine geringe; am schlaffsten ist es bei schräg seitwärts und vorwärts gehobenem und etwas einwärts gerolltem Schenkel. Es unterstützt das Lig. iliofemorale in seiner Wirkung und spannt sich, wenn das nach vorn erhobene Bein nach auswärts gerollt oder adduziert wird (Fick).

Die starke und feste Kapsel des Hüftgelenkes ist in ihrer größten Ausdehnung am knöchernen Rand der Pfanne angeheftet, so daß das Labrum glenoidale fast vollständig in das Innere der Gelenkhöhle zu liegen kommt; nur an der Vorderseite entspringt die Kapsel von der äußeren Fläche der Lippe nahe ihrer Basis. Das Ligamentum transversum setzt sich zuweilen ohne Grenze in die Kapselmembran fort. Am Oberschenkel überragt die Kapsel den Kopf weit. Vorne gelangt sie bis zur Linea obliqua, welche sie an der Basis einerseits des Trochanter major, anderseits des Trochanter minor verläßt. Sie geht an diesen vorbei auf die Rückseite des Schenkelhalses, wo sie sich parallel der Crista intertrochanterica, jedoch etwa fingerbreit von ihr entfernt, anheftet. Der Schenkelhals liegt also zu einem großen Teil im Inneren des Gelenkes, in besonders großer Ausdehnung im unteren Teil der Rückseite (M.).

Die äußerst kräftigen Bänder, welche die Kapsel verstärken, sind so fest mit ihr verwebt, daß es unmöglich ist, sie von ihr zu trennen; sie verlaufen ringförmig und longitudinal.

Das Ringband, Zona orbicularis[1]) (*217*), ist nirgends mit dem Knochen verbunden. Bei der Präparation von außen her sieht man es nicht, in das Innere der Kapsel tritt es wulstartig vor. Es legt sich um den dünnsten Teil des Schenkelhalses, wird aber wegen seiner Verbindung mit den Längsbändern bei den Bewegungen des Oberschenkels hin und her verschoben. Bei Streckung nähert es sich dem Schenkelkopf, bei Beugung gleitet es abwärts (Welcker 1876).

Die longitudinal verlaufenden Bänderzüge entspringen vom knöchernen Pfannenrand, nicht aber vom Ligamentum transversum. Obgleich sie eine ziemlich lückenlose Faserlage darstellen, welche nur an der vorderen Seite besonders mächtig ist, trennt man sie doch, entsprechend den drei Teilen, in welche das Hüftbein vor der vollendeten Verknöcherung zerfällt, in drei Abteilungen.

[1]) Zona orbicularis Weberi, Lig. zonale, Lig. anulare.

Ligamentum iliofemorale[1]) (*218*). Sehr starkes Band. Es entspringt am Hüftbein unter der Spina iliaca anterior inferior und teilt sich meist in zwei Schenkel, zwischen welchen an der Vorderseite der Kapsel ein zwickelförmiger Raum bleibt, in welchem die Kapsel verdünnt ist. Der obere sehr kräftige Schenkel setzt sich an einen Höcker des oberen Endes der Linea obliqua femoris an, er hemmt die Rückwärtsbewegung, Einwärtsrollung und Adduktion (Fick). Der vordere dünnere geht steil abwärts zum untersten Teil der Linea obliqua, wo sie in die Linea aspera umbiegen will. Er hemmt die Streckung und etwas die Einwärtsrollung, bei Auswärtsrollung wird er schlaff.

Ligamentum pubofemorale[2]) (*218*). Das schwächste der drei Bänder. Ursprung von der Crista obturatoria des Schambeines, der Eminentia iliopectinea und dem Pfannenrand; setzt sich an die gleiche Stelle der Linea obliqua an, an welcher sich die vordere Abteilung des Ligamentum iliofemorale anheftet. Es wird verstärkt durch Zuzüge von der Scheidewand zwischen M. pectineus und iliopsoas und vom Ligamentum obturatorium her. Es spannt sich bei Abduktion und Auswärtsrollung des abduzierten Beines.

Ligamentum ischiofemorale[3]) (*219*). Von der Incisura ischiadica minor quer über die hintere und obere Seite des Schenkelhalses zur Fossa trochanterica. Hemmt Einwärtsrollung und Adduktion (Fick).

Bei aufrechter Stellung drückt das gespannte Ligamentum iliofemorale den Schenkelkopf fest in die Pfanne hinein, bei halber Beugung befinden sich sämtliche Bänder in geringster Spannung.

Zwischen den einzelnen Verstärkungsbändern ist die Kapsel am dünnsten, besonders unter der Eminentia iliopectinea, wo sogar die auf ihr liegende Bursa iliopectinea in 10 % der Fälle durch eine rundliche Öffnung mit dem Gelenk in Verbindung steht. Auch über dem Trochanter minor zwischen Ligamentum iliofemorale und pubofemorale ist die Kapsel dünn und leicht auszudehnen. Abduziert man den Schenkel, dann spannen sich die Ränder der beiden Bänder wie zwei Pfeiler, zwischen welchen die dünnwandige Stelle liegt.

Die Intima, welche das Hüftgelenk auskleidet, ist dünn aber fest und läßt sich von der unterliegenden Kapsel leicht abpräparieren. Sie überzieht das Fettpolster der Fossa acetabuli und das Ligamentum teres und bedeckt auch den Schenkelhals. An der hinteren und unteren Seite desselben sendet sie von der Gegend des Trochanter minor aus eine größere Falte[4]) in den Gelenkraum, auch von der Oberfläche des Ligamentum teres gehen Falten und Lappen in wechselnder Zahl aus. Fadenförmige Zotten sind in wechselnder Zahl und an wechselnder Stelle zu finden.

Die Arterien des Hüftgelenkes werden von den Aa. circumflexae medialis und lateralis, vom Ramus posterior der A. obturatoria und den Aa. glutaeae superior und inferior geliefert. Sie dringen von vorne und von hinten her in die Kapsel ein, einige Äste gelangen auch durch die Incisura acetabuli hinter dem Ligamentum transversum ins Gelenk, wo sie das Fettpolster und das Ligamentum teres versorgen. Die Venen begleiten die Arterien. Die Nerven werden vorne von den am Gelenk vorüberziehenden Ästen des Plexus lumbalis, hinten von denen des Plexus sacralis geliefert.

---

[1]) Ligamentum Bertini.

[2]) Ligamentum pubocapsulare. Diese Bezeichnung trifft nicht zu, weil das Band bis zum Oberschenkelbein reicht. Ebenso das folgende Band.

[3]) Ligamentum ischiocapsulare.

[4]) Plica pectineo-fovealis Amantini.

Der Zusammenhalt der Gelenkflächen wird, abgesehen von dem Bandapparat, dadurch bewirkt, daß die Gelenklippe den Kopf über seinen Halbmesser hinaus umschließt, doch ist ihr Widerstand nicht allzu groß. Wirksamer ist der Muskelzug und besonders der Luftdruck, welcher die Gelenkflächen aneinander preßt. Derselbe kann aber durch Extensionsvorrichtungen soweit überwunden werden, daß zwischen den Gelenkflächen ein Spalt entsteht. Die Chirurgie macht von dieser Möglichkeit bei Gelenkleiden erfolgreich Gebrauch.

Die Lage des Gelenkes ist eine sehr geschützte, so daß man den Gelenkkopf nur bei sehr schwacher Ausbildung der Muskulatur und äußerster Abmagerung fühlen, sogar zuweilen als einen gerundeten Vorsprung unter dem Ligamentum inguinale sehen kann. Über die Vorderseite des Gelenkes ziehen M. iliopsoas und pectineus, oben ist es gedeckt vom M. glutaeus minimus, unten wird es unterstützt vom M. obturator externus, über die Rückseite ziehen die Enden der Rollmuskeln des Oberschenkels. Soweit die Muskeln schon in ihre Endsehnen übergegangen sind, verwachsen sie mit der Kapsel.

Der Mittelpunkt des Gelenkes befindet sich in der Streckstellung in der Höhe der Spitze des Trochanter major (S. 154).

Varietäten. Am Anfang der Pfanne zieht sich die Intima zuweilen in kleine buchtige Nischen aus, welche sich zu ganglienartigen Cysten erweitern können (Poirier 1899). Das Ligamentum teres femoris ist sehr verschieden lang, auch seine Stärke ist wechselnd, bald ist es so kräftig, daß es bis zu 60 kg tragen kann, bald ist es auf wenige Bindegewebszüge reduziert, es kann auch ganz fehlen (Moser 1892).

Praktische Bemerkungen. Luxationen des Hüftgelenkes sind nicht häufig, was bei der ganzen Form des Gelenkes, bei der Stärke seines Bandapparates und bei dem durch die bedeckenden Muskeln gegebenen Schutz nicht verwundern kann. Bei ihnen kann die Gelenklippe ihrer Elastizität wegen standhalten. Das Lig. teres reißt aber beim Austreten des Schenkelkopfes ab. Wenn nicht ganz außerordentliche Gewalten einwirken, bleibt das Ligamentum iliofemorale bei Luxationen erhalten. Es läßt dann ein weiteres Fortrücken des luxierten Kopfes von der Pfanne, aus welcher er ausgetreten ist, nicht zu und bestimmt zu nicht geringem Grad die Stellung des Oberschenkels, ob die Verrenkung nach hinten oder nach vorne erfolgt ist. Der Kapselriß erfolgt am leichtesten an den zwischen den longitudinalen Bändern befindlichen dünneren Stellen.

Die Entstehung der angeborenen Hüftluxation ist noch immer nicht genügend klar gestellt; man könnte wohl an eine Entwickelungshemmung der Pfanne denken.

Bei den Frakturen des Schenkelhalses kommt es in bezug auf die Kapsel des Hüftgelenkes darauf an, ob der Bruch im lateralen Teil desselben oder unmittelbar am Kopf stattfindet. Bricht der Schenkelhals in seinem lateralen Teil, dann ist dies an einer Stelle, an welcher die Corticalis, besonders im vorderen Umfang, ziemlich widerstandskräftig ist und es keilt sich der festere abgebrochene Hals häufig in die weichere Spongiosa des Schaftes ein. Die Bruchlinie verläuft im ganzen extrakapsulär, doch erstreckt sie sich besonders vorne, wo die Kapsel weit lateralwärts reicht, in sie hinein. Rein intrakapsuläre Frakturen sprengen den Kopf an seiner Grenze gegen den Hals ab, was durch die große Dünne der Corticalis an dieser Stelle begünstigt wird. Das Ligamentum teres hält in diesen Fällen den Kopf in der Pfanne fest. Der Heilung eines extrakapsulären Bruches steht nichts im Wege, da die Blutversorgung vom Periost und vom Knochenmark des Schaftes aus eine genügende ist. Ein intrakapsulär abgetrennter Gelenkkopf aber ist von der Blutversorgung so gut wie vollständig abgeschnitten, er wird sich daher nicht mit dem Hals vereinigen, sondern einer regressiven Metamorphose anheimfallen.

Epiphysenlösungen sind in den früheren Kinderjahren stets extrakapsulär, da die Epiphysengrenze ganz außerhalb der Kapsel verläuft. In den späteren Jugendjahren verläuft die Epiphysenlinie ganz so, daß es scheint, als wäre eine Lösung notwendig mit einer Eröffnung der Kapsel verbunden. Doch läßt sich die Intima, wie erwähnt, leicht vom Schenkelhals ablösen, so daß dann doch die Integrität der Gelenkhöhle gewahrt bleiben kann (v. Brunn 1881). Das Fettpolster in der Fossa acetabuli kann bei einer Lösung des Scham- und Sitzbeinastes voneinander eine direkte Eröffnung der Gelenkhöhle hintanhalten.

Bei Ergüssen in die Gelenkhöhle, wie sie bei Coxitis stattfinden, wird der Oberschenkel abduziert, nach außen rotiert und leicht flektiert gehalten. Diese Stellung wird verschieden erklärt; am einfachsten scheint es anzunehmen, daß das Bein so gehalten wird, daß es dem Patienten am wenigsten Schmerzen und andere Unbequemlichkeiten bereitet. Dies wird dadurch erreicht werden, daß die Bänder tunlichst entspannt werden und daß der Binnenraum so geräumig wie möglich gestaltet wird. Bei künstlicher Füllung des Gelenkes an der Leiche stellt sich der Schenkel in die erwähnte Lage ein, ein Beweis dafür, daß bei ihr jede Muskelwirkung auf den ganzen Bandapparat ausgeschlossen ist, und gerade die an diesem befestigten Sehnen müssen bei anderer Stellung des Beines bald hier, bald dort an der Kapsel ziehen, was der Patient vermeiden will. Gehen die Patienten mit einem derartigen Leiden, dann senken sie das Becken im gesunden Hüftgelenk, um mit dem kranken die bequemste Stellung einnehmen zu können. Ein Eiterdurchbruch erfolgt am leichtesten nach der Bursa iliopectinea hin und am unteren Umfang des Gelenkes oberhalb des Trochanter minor, am Rand des M. obturator externus. Auch die dünne Stelle in der Mitte der Pfanne ist gefährdet.

Für die Stellung einer Diagnose bei Verletzungen und Erkrankungen des Hüftgelenkes ist es von Bedeutung genau zu wissen, ob der Gelenkkopf in seiner Pfanne liegt oder nicht; da er nun einer direkten Untersuchung nicht zugänglich ist, wendet man sich an den Trochanter major, welcher, wie oben erwähnt wurde, mit dem Centrum des Kopfes in gleicher Höhe steht. Eine Linie, welche man von der Spina iliaca anterior superior um den Schenkel herum zum Tuber ischiadicum zieht (Roser-Nélatonsche Linie), schneidet bei richtig stehendem Schenkel gerade die Trochanterspitze ab. Legt man an diese Linie einen rechten Winkel an, dessen einer Schenkel ein von der Spina gefälltes Lot ist, dann entsteht ein Dreieck (Bryantsches Dreieck), welches seine Gestalt je nach der Verschiebung des Trochanter in medialer und lateraler Richtung ändert.

### d) Kniescheibe, Patella[1]).

Die Kniescheibe (*220, 221*) ist ein abgeplatteter, elliptischer Knochen, welcher in die Sehne des M. quadriceps femoris eingebettet und als ein Sesambein anzusehen ist. Die konvexe Vorderseite ist rauh und mit Gefäßlöchern versehen, die leicht konkave Rückseite ist überknorpelt. Dieselbe liegt auf der Facies patellaris des Oberschenkels und trägt eine Längsfirste, welche in die vertikale Rinne dieser Fläche paßt. Die Firste scheidet eine laterale größere und eine mediale kleinere Facette der Gelenkfläche voneinander, wie sie zu den entsprechenden Flächen des Oberschenkels passen. Der obere Rand, Basis patellae, ist gerundet, der untere Rand zieht sich in eine stumpfe Spitze, Apex patellae, aus, welche von dem Ursprung des Ligamentum patellae umfaßt wird.

Die Struktur der Kniescheibe ist die eines spongiösen Knochens. Ihr Periost ist mit den Sehnenfasern des M. quadriceps untrennbar verbunden.

Entwickelung. Die Verknöcherung beginnt im dritten bis vierten Lebensjahr, sie ist im 15. bis 20. Jahr vollendet.

Varietäten. Die Kniescheibe kann kongenital schlecht entwickelt sein, selbst ganz fehlen.

### e) Unterschenkelknochen, Ossa cruris.

Das Skelet des Unterschenkels (*222—225*) besteht aus dem Schienbein, Tibia, und dem Wadenbein, Fibula, von welchen die Tibia dem Radius, die Fibula der Ulna homolog ist. Bei niederen Formen sind die beiden Knochen einander mehr oder weniger gleichwertig, bei Menschen aber sind sie im Gegensatz zu den Knochen des Unterarmes sehr ungleich ausgebildet, und es hat die starke Tibia allein die Last des Körpers zu tragen, während die schwache Fibula durch die kräftige Entwickelung des proximalen Tibiaendes vom Oberschenkel abgedrängt und von der Artikulation mit ihm ganz

[1]) Rotula.

ausgeschlossen wird. Sie wird im wesentlichen zum Ansatz von Muskeln benützt, doch wäre es unrichtig, wenn man ihr jede Bedeutung für das Stehen und Gehen absprechen wollte, indem ihr distales Ende den Fuß an seiner lateralen Seite in der Lage hält und ihn vor dem seitlichen Abgleiten von der Tibia und vor dem Umknicken bewahrt.

### *a*) Schienbein, Tibia.

Die Tibia (*222*, *224*) ist ein schlanker Röhrenknochen von dreiseitig prismatischer Gestalt. Sein proximales Ende ist nach Art eines Säulenkapitels verbreitert und etwas rückwärts geneigt. Die Artikulation mit den Condylen des Oberschenkels übernehmen zwei flach vertiefte Gelenkflächen, Condylus medialis und lateralis, von welchen der erstere längsoval und stärker vertieft, der letztere mehr dreieckig und flach ist. Sie werden voneinander durch einen sanduhrförmig gestalteten Zwischenraum getrennt, welcher an der schmalsten Stelle in der Mitte eine Hervorragung Eminentia intercondyloidea trägt. Dieselbe läuft in zwei Spitzen, Tuberculum mediale und laterale, aus, an welchen sich beiderseits die Gelenkflächen hinaufziehen. An die vordere und hintere Seite der Eminentia intercondyloidea schließen sich rauhe Gruben an, Fossa intercondyloidea anterior und posterior, in welchen die Ligamenta cruciata entspringen. Die proximale Endfläche der Tibia wird durch einen ringsum laufenden, fast vertikal abfallenden Rand, Margo infraglenoidalis nach unten abgegrenzt; hinten ist er durch die Fossa intercondyloidea posterior unterbrochen. Unmittelbar an seinen lateral hinteren Umfang schließt sich eine kleine, ovale oder dreieckige Gelenkfläche, Facies articularis fibularis an, zur Artikulation mit dem Köpfchen der Fibula. Dieser Gelenkfläche gegenüber, am lateral vorderen Umfang, bezeichnet ein stumpfer Höcker den Ansatz des Tractus iliotibialis der Oberschenkelfascie.

An dem dreiseitigen Schaft des Schienbeines, zu welchem sich sein proximales Ende verjüngt, stoßen die mediale und laterale Fläche in einer scharfen, nach vorne gerichteten und leicht S-förmig gebogenen Kante, Crista anterior, zusammen. Dieselbe läuft proximalwärts nächst dem oberen Ende in einen rauhen Höcker, Tuberositas tibiae [1]), aus, an welchem sich das Ligamentum patellae befestigt. Die hintere Fläche des Schaftes wird gegen die laterale durch eine eckige Kante, die Crista interossea abgegrenzt, an welcher sich die Membrana interossea anheftet, gegen die mediale durch einen proximal wenig deutlichen gerundeten Margo medialis. Über das proximale Ende der hinteren Fläche zieht, unter der Facies articularis fibularis beginnend, die Linea poplitea [2]) in schiefem Verlauf zur medialen Kante herab; sie bezeichnet die Grenze zwischen dem unteren Rand des M. popliteus und dem M. soleus.

Das distale Ende der Tibia schwillt wieder etwas an, jedoch erheblich weniger, wie das proximale; es ist von vierseitiger Gestalt. Die vordere Kante verstreicht, die laterale Fläche wendet sich nach vorne und zwischen die Crista interossea und die hintere Fläche schiebt sich die flach vertiefte Incisura fibularis [3]) ein, in welcher das untere Ende des Wadenbeines ruht. Die mediale Fläche des Schaftes setzt sich in einen stumpfen Fortsatz, den medialen Knöchel, Malleolus medialis, fort. Derselbe trägt an seiner Rückseite den Sulcus malleoli medialis, in welchem die

[1]) Tuberositas patellaris.
[2]) Linea obliqua.
[3]) Incisura peronaea, Incisura semilunaris.

Sehnen der Beugemuskeln gleiten. Die Gelenkfläche für den Talus, welche das distale Ende abschließt, Facies articularis inferior [1]), ist vierseitig begrenzt und schwach konkav, sie setzt sich als Facies articularis malleolaris auf die Innenseite des Malleus medialis fort.

### β) Wadenbein, Fibula.

Dünner Röhrenknochen (*223, 225*). Das Wadenbein ist ebenso lang wie das Schienbein, aber in der Art gegen dieses verschoben, daß es sich proximalwärts weniger weit hinauf erstreckt, wie dieses, dagegen mit seinem distalen Ende weiter herabreicht.

Das proximale Ende verdickt sich zum Köpfchen, Capitulum, welches sich nach oben und hinten in einen stumpfen Höcker, Apex capituli fibulae, auszieht. An ihm setzt sich der M. biceps femoris an; an einem niederen Höckerchen davor entspringt ein Teil des M. peronaeus longus, an einem ebensolchen dahinter ein Teil des M. soleus. An seiner medial oberen Seite besitzt das Köpfchen eine Gelenkfläche, welche mit der entsprechenden der Tibia artikuliert.

Der Schaft ist dreiseitig. Die drei Flächen werden durch ebensoviele Kanten, Crista anterior, lateralis und posterior, voneinander getrennt. Die vordere Firste ist die schärfste, die laterale die stumpfste und die mediale die kürzeste; sie ist besonders deutlich in der Mitte des Schaftes. Dazu kommt noch die rauhe Crista interossea zur Anheftung der Membrana interossea, welche über die mediale Fläche herabläuft. Sie ist sehr verschieden ausgebildet und verläuft nicht immer gerade gestreckt, sondern fließt gelegentlich für eine Strecke mit einer der benachbarten Kanten zusammen.

Gegen das distale Ende verdickt sich der Schaft wieder, dabei weicht die vordere Kante in zwei Linien auseinander, die laterale geht in spiraligem Verlauf nach hinten und die mediale verschwindet ganz. Der Knochen endet mit dem lateralen Knöchel, Malleolus lateralis [2]). In einer Furche von dessen Rückseite, Sulcus malleoli lateralis, gleiten die Sehnen der Mm. peronaei, an seiner medialen, der Tibia zugewandten Seite, trägt er eine dreiseitige Gelenkfläche, welche die angrenzende Gelenkfläche der Tibia zu der Rolle ergänzt, in welche das Sprungbein eingreift. An die nach oben gerichtete Basis der Gelenkfläche schließt sich eine gleichfalls dreieckige rauhe Fläche an, welche von den auseinanderweichenden Schenkeln der Crista interossea begrenzt wird. Sie paßt in die Incisura fibularis der Tibia.

Die mediale Fläche des Schienbeines liegt in ihrer ganzen Länge frei unter der Haut und sie ist, ganz besonders die vordere Kante des Knochens, am Lebenden leicht durchzufühlen. Von der Fibula dagegen liegt nur das Köpfchen und das distale Ende frei. Nerven und Gefäße liegen den Knochen im allgemeinen nicht unmittelbar an, nur kommen oben der N. peronaeus dem Köpfchen der Fibula, unten N. und V. tibialia dem medialen Knöchel nahe.

Was die Struktur der beiden Unterschenkelknochen anlangt, so ist hervorzuheben, daß ihre Corticalis besonders dick ist, während die Markhöhlen verhältnismäßig eng sind. Dieselben sind auch besonders kurz, die der Tibia nimmt nur das mittlere Drittel des Knochens ein und wird dann nach beiden Enden hin durch eine zarte aber dichte Spongiosa abgelöst. Das Foramen nutricium der Tibia liegt hinter

[1]) Cavitas inferior tibiae.
[2]) Malleolus externus.

der Crista interossea an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Drittel, das der Fibula an ähnlicher Stelle, aber etwas tiefer. Die inneren Öffnungen beider Ernährungskanäle stehen ziemlich genau in der Mitte der Länge beider Knochen.

Entwickelung (*276—279*). Der Knochenkern in der Diaphyse der Tibia erscheint in der siebenten bis achten Woche, einige Tage nach dem des Oberschenkels. Der Knochenkern der Fibula tritt etwas später auf. In den zur Zeit der Geburt noch knorpeligen Epiphysen geht die Knochenbildung bei der Tibia der bei der Fibula voran. In der proximalen Epiphyse des Schienbeines ist zur Zeit der Geburt meist schon ein Kern vorhanden, die Verknöcherung der distalen beginnt im zweiten Lebensjahr. In dem Wadenbein erhält die distale Epiphyse ihren Kern im zweiten Lebensjahr, die proximale noch später. Die Epiphysen verbinden sich mit dem Körper der Tibia im 16.—24. Lebensjahr, die der Fibula folgen. — In der Tuberositas tibiae und im medialen Knöchel können accessorische Knochenkerne auftreten. — Bei Neugeborenen ist das proximale Ende der Tibia stärker zurückgebogen, als bei Erwachsenen, was mit der starken Beugung des Knies im Uterus zusammenhängt (Hüter). Bis zum sechsten Lebensmonat pflegt der definitive Zustand erreicht zu sein (G. Retzius).

Varietäten. Das Schienbein ist nicht selten von einer Seite zur anderen abgeplattet (Platycnemie). Die höchsten Grade dieser Abplattung findet man an den Skeleten prähistorischer und niedrigstehender Rassen. An den Knochen des Unterschenkels werden zuweilen kongenitale Defekte und Deformitäten beobachtet, vollständiges oder teilweises Fehlen des einen der beiden Knochen, wobei eine starke Verkürzung und Verbiegung des Unterschenkels vorhanden ist. Kongenitale Verbiegungen kommen auch ohne Defektbildung vor.

Praktische Bemerkungen. Die Unterschenkelknochen sind ihrer ganzen Lage nach Frakturen besonders ausgesetzt. An der Tibia sind sie ihrer freien Lage wegen weit leichter durch die Betastung nachzuweisen, wie an der von Weichteilen eingehüllten Fibula. Bricht einer der Knochen allein, dann wird sich der erhalten gebliebene einer größeren Dislokation der Bruchenden widersetzen. Bei einem isolierten Schienbeinbruch kann sekundär auch das Wadenbein brechen, wenn bei Gehversuchen die ganze Last des Körpers auf dem zu schwachen Knochen ruht. Die schwächste Stelle der Tibia ist die Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel, weil dort der Knochen am schlanksten ist. An dieser Stelle erfolgt auch am leichtesten die bei Rachitis so häufige Auswärtsbiegung. Bei Amputationen hat man sich daran zu erinnern, daß die Vorderkante der Tibia am Knochenstumpfe eine scharf vortretende Ecke bildet und wird sie abrunden, damit sie nach der Heilung nicht durch die Haut schneidet. Ein Durchschneiden der Haut von innen heraus kann diese Kante auch am unverletzten Bein bewirken, wenn man mit ihr gegen einen harten Gegenstand, z. B. eine Treppenstufe, fällt.

### f) Kniegelenk, Articulatio genus.

Das Kniegelenk (*226—238*) ist das größte und geräumigste Gelenk des Körpers. Es treffen in ihm Femur und Tibia zusammen, zu welchen noch die Kniescheibe kommt, um die Gelenkhöhle von vorn her abzuschließen, wie man Ähnliches bei anderen Sesambeinen, wenn auch in kleinerem Maßstab findet. Daß die Fibula ganz von der Bildung des Kniegelenkes ausgeschlossen ist, bedingt eine nicht geringe Stabilität des Gelenkes und des ganzen Unterschenkels; die Pronations- und Supinationsmöglichkeit wie sie beim Unterarm vorhanden ist, fällt damit jedoch ganz fort. Was zur Ausführung des Schrittes an Rotation nötig ist, leistet die Tibia durch eine Drehung um ihre Längsachse allein; um diese Drehung zu ermöglichen, können aber ihre Gelenkflächen nicht denen des Femur entsprechend konkav gekrümmt sein, da sonst, wie bei Humerus und Ulna, nur eine Winkelbewegung möglich wäre, sie sind vielmehr so flach, daß die Oberschenkelcondylen auf ihnen liegen, wie auf einem Teller. Dies ist jedoch wieder für die Haltbarkeit des Gelenkes ungünstig und muss durch die große Festigkeit des Bandapparates und die zweckentsprechende Lagerung der das Gelenk umgebenden Muskeln und Sehnen ausgeglichen werden. In wie naher Beziehung gerade die Sehnen zu den Gelenken treten, ist hier bei den großen Verhältnissen besonders deutlich.

Was zuerst das Oberschenkelkniescheibengelenk anlangt, so wurde die allgemeine Form der Gelenkflächen schon bei Betrachtung der Knochen beschrieben. Die Knorpelbedeckungen bringen in derselben keine Änderung hervor. Die Dicke des Gelenkknorpels am Oberschenkel ist am größten in der Tiefe seiner Furche (bis zu 3,7 mm, Werner), auf der entsprechenden Firste der Kniescheibe beträgt sie gar bis zu 6,4 mm; es ist dies der dickste Gelenkknorpel des ganzen Körpers. Die Facies patellaris des Oberschenkels ist konvex gekrümmt mit einem Halbmesser von etwa 2 cm. Die Kniescheibe ist nicht entsprechend konkav, weshalb sich beide bei keiner Stellung des Gelenkes in ganzer Ausdehnung berühren; es schiebt sich vielmehr zwischen beide eine Fettzotte ein, von welcher unten noch zu sprechen sein wird.

Für die Artikulation mit der Tibia sind die rollenförmigen Gelenkflächen der Condylen des Oberschenkels bestimmt. Sie divergieren etwas nach hinten, wodurch die Breite des Gelenkes dorsalwärts wächst. Ihre Krümmungsachsen stehen nicht horizontal, sondern sind nach beiden Seiten hin abwärts geneigt. Vorne besitzen die Condylen in sagittaler Richtung keine gleichmäßige Krümmung, sondern es ist nach Art einer Spirale der Radius der vorderen Teile ein größerer wie der der hinteren, doch sind die Radien beider Condylen keineswegs identisch miteinander. Die Krümmung in frontaler Richtung ist an dem medialen Condylus eine stärkere (Radius 1,7 cm), als an der lateralen (2,3 cm) (Fick). Auch im übrigen sind die beiden Condylen einander durchaus nicht völlig gleich. Die schräge Stellung des Oberschenkelbeines im ganzen (S. 154) bedingt es, daß der mediale Condylus tiefer steht wie der laterale, ferner ist die Gelenkfläche des medialen um 2 cm länger wie die des lateralen (10 cm zu 8 cm); überdies zieht sich erstere in ihrem hinteren Ende in eine Spitze aus, welche meist durch eine wohl ausgesprochene Kante von der Gelenkfläche im übrigen abgesetzt ist. Die individuellen Unterschiede in allen diesen Dingen sind erheblich (M.).

Die Gelenkflächen der Tibia sind flacher, als es die Krümmung der Condylen des Oberschenkels verlangt, weshalb zur Ausgleichung der Inkongruenz zwei Bandscheiben eingeschoben sind (*230, 234*). Die Gelenkflächen besitzen die Form von Ovalen, deren lange Achse bei aufrechtem Stehen nicht ganz sagittal steht, sondern nach vorn hin ein wenig seitlich abweicht; auch sind sie um 8—10 Grad nach hinten abwärts geneigt. Die mediale Gelenkfläche ist etwas länger als die laterale und zeigt sich von vorn nach hinten konkav gehöhlt, während die laterale nicht selten konvex erscheint. Auch ist diese letztere an ihrem hinteren Rand noch etwas auf den Margo infraglenoidalis abgebogen (M.).

Der Knorpelüberzug der beiden Condylen des Femur ist gleich mächtig; am dicksten erweist er sich an der Grenze zwischen mittlerem und hinterem Drittel und etwas centralwärts von der Mitte der Querkrümmung. Er besitzt dort eine Dicke von etwa 2,6—3,2 mm. Am dünnsten ist er an der Grenze gegen die Facies patellaris. Die Knorpelbedeckung der Condylen der Tibia ist in der Mitte der Länge, aber etwas nach der Eminentia intercondyloidea hin, am dicksten (etwa 4—5 mm). Die Knorpelüberzüge des ganzen Kniegelenkes sind sehr elastisch, was sich durch ihre beträchtliche Dicke erklärt. Sie berühren sich deshalb in der belasteten Extremität weit inniger, als in der unbelasteten (M.).

Die Gelenkflächen der Tibia werden durch die beiden schon erwähnten Bandscheiben, Meniscus[1]) medialis und lateralis (*234*) vervollständigt, welche die Pfanne ergänzen und vertiefen; dadurch, daß sie sich bei den Bewegungen im Gelenk

[1]) Fibrocartilago falciformis. Cartilago semilunaris.

verschieben, bilden sie in jeder Stellung eine geeignete Unterlage für die Condylen des Oberschenkels. Sie bestehen aus einer bindegewebigen Grundlage, welche mit einer dünnen Lage von Faserknorpel überzogen ist. Die Bandscheiben sind sichelförmig, von ihrem äußeren größtenteils an die Kapsel angewachsenen Rande gegen den inneren Rand zugeschärft, mit den Spitzen an die Eminentia intercondyloidea befestigt. Der Meniscus medialis ist schmäler und halbmondförmig, der Meniscus lateralis breiter und fast ringförmig. Er wird von den Enden der medialen Bandscheibe umfaßt. Diese letztere ist mit ihrem vorderen Ende an der Vorderfläche des Randes der Tibia, mit dem hinteren an der vorderen Wand der Fossa intercondyloidea posterior angeheftet. Das vordere Ende der lateralen Bandscheibe ist in einer Grube dicht vor der Eminentia intercondyloidea befestigt, das hintere Ende ist in zwei Zipfel geteilt, welche sich an die mediale und laterale Zacke der Eminentia intercondyloidea festsetzen. Außerdem pflegt sie einen Strang [1]) nach oben in den Verlauf des Ligamentum cruciatum posterius auszusenden (*230*). Derselbe ist beim Embryo sehr stark, kann sich aber beim Erwachsenen beträchtlich reduziert zeigen (Bernays 1878). Die vorderen konvexen Ränder der beiden Bandscheiben werden durch ein Bündel transversaler Fasern, Ligamentum transversum genus [2]) (*229*), miteinander verbunden, welches in Länge wie Dicke äußerst variabel ist, zuweilen selbst vollkommen fehlt. Auf den Knorpelüberzügen von Femur und Tibia bringen die freien Ränder der Bandscheibe deutliche Eindrücke hervor (M.).

Wie die beiden Bandscheiben, so üben auch die beiden Kreuzbänder einen bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Höhle und den Mechanismus des Gelenkes aus, sie sind deshalb jetzt sogleich zu betrachten. Das Ligamentum cruciatum [3]) anterius (*229*) entspringt, gedeckt von der Insertion der lateralen Bandscheibe, breit und platt aus der Fossa intercondyloidea anterior; es steigt als platt-rundlicher Strang nach hinten und medianwärts auf, um sich fächerförmig ausgebreitet an der der Fossa intercondyloidea zugekehrten Wand des Condylus lateralis des Oberschenkels anzuheften. Das Ligamentum cruciatum posterius (*230*) ist noch stärker als das vordere. Es entspringt in der ganzen Ausdehnung der Fossa intercondyloidea posterior tibiae, steigt steiler auf als das vordere und endet verbreitert am unteren Teil der vorderen und medialen Wand der Fossa intercondyloidea femoris. Seine Faserbündel erfahren eine Drehung in der Art, daß die an der Tibia hintere Fläche des Bandes am Femur zur lateralen wird.

Die Kapsel des Kniegelenkes ist an der Vorderseite des Oberschenkels in der Mitte 1—2 cm vom Rand des Gelenkknorpels entfernt angeheftet; von dort steigt der Ansatz nach beiden Seiten zu den Epicondylen ab, lateral etwas steiler als medial; er läßt diese außerhalb der Gelenkhöhle und wendet sich nun nahe dem Knorpelrand nach hinten, wo er sich wieder ungefähr um 1 cm von ihm entfernt. Zwischen den beiden Condylen des Oberschenkels überzieht die Kapsel die Vorderseite der beiden Kreuzbänder, doch spannt sich ein kräftiges Blatt auch hinter diesen von einem Condylus zum anderen aus, so daß die Ligamenta cruciata eigentlich von der Kapsel eingeschlossen werden. An der Tibia setzt sie sich unter dem Rand des Gelenkknorpels fest, an der Kniescheibe folgt sie demselben fast ganz. Der äußere Umfang der beiden Bandscheiben ist mit der vorüberziehenden Kapsel verwachsen, nur dort, wo sich der Poplitealschleimbeutel ausbuchtet, bleibt diese Verwachsung aus (M.).

[1]) Ligamentum menisci lateralis Roberti.
[2]) Ligamentum jugale.
[3]) Ligamentum obliquum.

Die Kapsel ist oberhalb und unterhalb der Kniescheibe dünn und zart, im übrigen wird sie durch deckende Bänder und Muskelsehnen erheblich verstärkt. In etwa 10 % der Fälle ist auf dem lateralen Condylus femoris in die Kapsel ein Sesambein eingeschlossen (Pfitzner 1892). Sehr selten ist ein solches auch über dem medialen Condylus zu finden (Stieda 1902).

Die Gelenkhöhle ist nicht allein die größte des Körpers, sondern auch die weitaus komplizierteste, weil in sie Falten und Platten vorspringen und weil sie Ausbuchtungen zeigt, indem sie mit den Schleimbeuteln benachbarter Muskeln teils mehr, teils weniger konstant in Verbindung tritt.

Wie erwähnt, springen in sie von beiden Seiten her die Bandscheiben vor, welche sie unvollkommen in eine obere und untere Kammer teilen; von hinten her drängen die Kreuzbänder die Kapselintima als eine Falte in das Innere des Gelenkes vor und trennen so eine linke und rechte Gelenkhälfte voneinander. Diese Trennung wird noch vervollständigt durch die Plica synovialis patellaris[1]) (*228*, *235*), welche beim Embryo weit vollständiger ist als beim Erwachsenen (Gegenbaur). Bei diesem besteht sie aus einem in seiner Stärke wechselnden Bindegewebsstrang, welcher sich unten vom vorderen Rand der Fossa intercondyloidea anterior des Schienbeines erhebt, und sich oben am vorderen Rand der Fossa intercondyloidea des Oberschenkels befestigt. Zu beiden Seiten schließen sich an diese Falte die Plicae alares[2]) (*228*) an, stark fetthaltige Polster von unregelmäßiger Form, deren Bewegungen durch die beiderseits befestigte Synovialfalte geregelt werden.

Ihr Ursprung erstreckt sich vom oberen Ende der Tibia aus am Ligamentum patellae entlang bis zum unteren Ende der Kniescheibe hin; ihre Basis erstreckt sich meist zu beiden Seiten der Kniescheibe noch eine Strecke weit in die Höhe, so daß diese wie in Fett eingebettet aussieht. Ihre zugeschärften Ränder ragen in die Gelenkhöhle hinein. Vermöge ihrer Weichheit sind sie sehr geeignet, den Formänderungen nachzugeben, welche der von ihnen eingenommene Raum zwischen Patella, Tibia und Femur bei den Bewegungen des Gelenkes erleidet. An der unversehrten Kniegegend eines aufrecht stehenden Menschen bauschen sie sich als sicht- und fühlbare Wülste beiderseits unter der Kniescheibe vor.

In den Gelenkraum treten noch andere Fettfalten vor, um die zahlreichen Inkongruenzen der Gelenkflächen auszugleichen, so an den Kreuzbändern, an der Rückwand des Gelenkes, unter den Bandscheiben. Auch einfache Zotten der Intima findet man allenthalben, am zahlreichsten in der Vorderwand und im oberen Recessus (Fick). Wenn durch alle diese Dinge auch eine leidlich passende Pfanne für die Condylen des Oberschenkels gebildet wird, so fehlt es doch nicht an allerlei weiteren und engeren Spalten, deren Raum nur von Synovia eingenommen wird.

Der an sich sehr geräumige und an Abteilungen reiche Gelenkraum wird noch dadurch vergrößert und kompliziert, daß er eine Anzahl von Ausbuchtungen zeigt. Einige derselben sind wahre Ausstülpungen der Synovialhaut an verschiedenen Stellen des Gelenkes, besonders an dessen Rückseite, andere erklären sich dadurch, daß Schleimbeutel, welche den Muskelsehnen der Kniegegend angehören, mit dem Gelenk in Verbindung treten. (Abbildungen s. Atlas zur dritten Abteilung.)

1. Bursa suprapatellaris[3]) (*235*). Erstreckt sich zwei bis drei Finger breit, manchmal noch weiter über den proximalen Rand der Kniescheibe aufwärts. Ursprüng-

[1]) Ligamentum plicae synovialis patell. Lig. mucosum. Lig. adiposum.
[2]) Processus aliformis mediale und laterale.
[3]) Bursa subcruralis.

lich bildet sich beim Embryo eine Ausbuchtung der Höhle des Kniegelenkes zwischen dem Femurschaft und der Sehne des M. quadriceps, und vor ihm ein besonderer Schleimbeutel. Die Wand zwischen beiden bricht in der Regel schon während des letzten Fetalmonats durch, so daß bei der Geburt beide bereits in Verbindung stehen. Die Trennungshaut bleibt nicht selten auch noch beim Erwachsenen als eine ringförmige, vorspringende Falte bei Bestand. In seltenen Fällen bleibt der Durchbruch ganz aus.

2. Bursa M. semimembranosi. Ansehnlich, meist bohnengroß; an der hinteren medialen Ecke der Kapsel unter den Sehnen des M. semimembranosus und des medialen Kopfes des M. gastrocnemius. Bei Neugeborenen ist eine Verbindung mit der Gelenkhöhle fast nie vorhanden (Fick), bei Erwachsenen hängt sie unter drei Fällen einmal mit dem Gelenk zusammen, häufiger rechts und häufiger bei kräftigen Personen. Die Kommunikation erfolgt durch einen Defekt der hinteren Wand der oberen Kammer des Gelenkes; bei gestrecktem Knie ist die Öffnung weit, bei gebeugtem erscheint sie als schmale Querspalte.

3. Bursa M. gastrocnemii medialis [1]). Der nicht immer vorhandene Schleimbeutel liegt neben dem vorigen unter der Ursprungssehne des Muskels. Er kann sowohl mit der Bursa M. semimembranosi, wie mit dem Gelenk direkt in Verbindung treten. Fick ist der Ansicht, daß der Zusammenhang der Bursa M. semimembranosi mit dem Gelenk fast immer durch Vermittelung der Verbindung mit der in Rede stehenden Bursa zustande kommt.

4. Bursa M. poplitei anterior [2]). Konstant unter der Sehne des M. popliteus. Nach Moser (1892) entsteht sie aus einer Ausstülpung oberhalb des Meniscus lateralis und einer ebensolchen unterhalb desselben. Beide fließen bald zusammen und bilden schon beim Neugeborenen eine einfache Höhle. Der Schleimbeutel liegt unmittelbar auf dem Rand der lateralen Bandscheibe und die Sehne des M. popliteus wird von ihr mehr oder weniger weit umhüllt. Nur die Öffnung oberhalb der Bandscheibe ist konstant (*234*). In etwa 14 % der Fälle steht der Schleimbeutel mit dem oberen Tibiofibulargelenk in Zusammenhang.

5. Bursa M. poplitei posterior (Fick). Klein, häufig vorhanden. Zwischen der Rückseite der Sehne des M. popliteus und dem Ligamentum collaterale mediale. Steht fast immer in ziemlich weiter Verbindung mit dem Gelenk. Mit dem vorgenannten Schleimbeutel besteht kein Zusammenhang.

Weniger häufig stehen auch andere Schleimbeutel mit der Gelenkhöhle in Verbindung und zwar:

6. Bursa semimembranosa propria. Konstant zwischen Condylus medialis tibiae und Sehne des M. semimembranosus. Verbindet sich zuweilen mit der unteren Abteilung des Gelenkes.

7. Bursa M. gastrocnemii lateralis [3]). Klein. Unter sechs bis sieben Knien einmal vorhanden (Gruber); er steht hie und da mit der Gelenkhöhle in Verbindung.

In der Umgebung des Kniegelenkes finden sich noch andere zahlreiche Schleimbeutel, welche mit dem Gelenk niemals in Zusammenhang treten. Sie werden an anderer Stelle ihre Würdigung finden, hier seien nur die wichtigsten kurz erwähnt. Vorne sind vorhanden die Bursa praepatellaris subcutanea (*235*), subfascialis und subtendinea. Sie liegen zwischen der Haut und der Vorderseite der Kniescheibe und fehlen bei Kindern, woraus hervorgeht, daß sie sich erst durch den Ge-

[1]) Bursa supracondyloidea medialis.
[2]) Bursa infracondyloidea externa.
[3]) Bursa gastrocnemialis externa.

brauch des Knies ausbilden. Zwischen der Haut und dem Ligamentum patellae, ebenso zwischen ihr und der Tuberositas tibiae finden sich ebenfalls Schleimbeutel. Eine Bursa infrapatellaris profunda (*235*) liegt zwischen der dem Gelenk zugekehrten Seite des Ligamentum patellae, der Vorderfläche der Tibia und dem Fettpolster des Kniegelenkes. Obgleich sie diesem letzteren nahe kommt, steht sie mit ihm doch nicht in Verbindung. Unter den zu beiden Seiten des Gelenkes ist die konstante Bursa anserina hervorzuheben, welche zwischen den Sehnen der Mm. sartorius, gracilis und semitendinosus einerseits und der Tibia andererseits liegt.

Der Bandapparat, welcher die Kapsel des Kniegelenkes an ihrer Außenseite umgibt, steht zum größten Teil mit den Sehnen der die Kniegegend umgebenden Muskeln in engstem Zusammenhang, wenn es auch an Bändern, welche von dieser unabhängig sind, nicht fehlt.

Die Vorderseite des Gelenkes wird von der Kniescheibe gedeckt, welche wie gesagt, als Sesambein in die Sehne des M. quadriceps femoris eingelassen ist. Oberflächlich liegende Züge werden oben und auf beiden Seiten von den Sehnen der Mm. rectus, vastus, lateralis und medialis abgegeben; sie durchkreuzen sich vor der Kniescheibe und decken sie kappenartig; tiefere gehen an beiden Seiten der Kniescheibe entlang bis zur Tuberositas tibiae. Die Hauptmasse der Sehnen aber wird durch diese unterbrochen. Vom Oberschenkel herkommend setzen sich die Züge an die Basis und die Seitenränder der Kniescheibe fest und von ihr entspringen wieder Fasern, welche zur Tibia gelangen. Der mittlere sehr starke Zug wird Ligamentum patellae[1]) (*226*) genannt; er entspringt am Apex patellae und geht zur Tuberositas tibiae; vom Gelenk ist er durch eine Fettmasse und von dem oberen Ende der Tibia durch die erwähnte Bursa infrapatellaris profunda getrennt (*235*). Die an den Seitenrändern entspringenden Faserzüge, Retinacula patellae verticalia, mediale und laterale (*226*), sind erheblich schwächer, sie setzen sich am Schienbein unter dem Margo infraglenoidalis fest. Sie lassen sich, wenn auch einigermaßen künstlich vom Ligamentum patellae trennen. Außerdem wird die Kniescheibe noch durch tiefliegende, quere Faserzüge, Retinacula patellae horizontalia laterale (*231*) und mediale (*232*) (Fick) in ihrer Lage festgehalten. Sie kommen von den beiden Epicondylen des Femur und heften sich fächerförmig ausgebreitet an ihren Seitenrändern fest. Sie liegen unmittelbar auf der Kapsel. Das mediale ist kräftiger und besser begrenzt als das laterale, welches meist nur einen schmalen Bandstreifen darstellt.

Zu beiden Seiten des Kniegelenkes verlaufen die Seitenbänder. Das Ligamentum collaterale fibulare[2]) (*230, 231*) ist ein plattrundlicher Strang, welcher von der Gelenkkapsel durch eine ansehnliche Schichte von fetthaltigem Bindegewebe getrennt ist. Es entspringt am Epicondylus lateralis des Oberschenkels unter der Anheftung des Septum intermusculare laterale und endigt am lateralen Rand des Köpfchens der Fibula; ein Teil der Fasern des Bandes setzt sich vorwärts umbiegend in die Bandscheibe fort. Das Ligamentum collaterale tibiale[3]) (*232*) ist platt, breiter als das vorgenannte und mit der Kapsel fest verbunden. Es entspringt vom Epicondylus medialis und zerfällt in seinem Verlauf in einen langen vorderen, oberflächlicher gelegenen und in einen kurzen, hinteren tiefer gelegenen Teil. Der erstere besteht aus

[1]) Ligamentum patellae inferius oder proprium.
[2]) Ligamentum laterale externum. Lig. accessorium laterale.
[3]) Lig. lat. internum. Lig. accessorium mediale.

starken, gerade abwärts gehenden Faserbündeln, welche weit an der Tibia herablaufen und sich an ihrer medialen Fläche 5—8 cm weit unter dem Margo infraglenoidalis ansetzen. Während sie über diesen Rand hinwegziehen, decken sie die Vasa genus mediales inferiores und dann die vorwärts umbiegende Sehne des M. semimembranosus. Der kurze hintere Teil des Bandes strahlt vom Ursprung an fächerförmig aus; er gelangt nur bis zur Bandscheibe, an welcher er sich anheftet.

An der Rückseite des Gelenkes wird die Kapsel beiderseits verstärkt durch die Ursprungssehnen der Köpfe des M. gastrocnemius und M. plantaris, welche untrennbar mit ihr verwachsen. Der M. semimembranosus läßt einen beträchtlichen Teil seiner Sehne im Winkel in die hintere Kapselwand umbiegen, in welcher sie als Ligamentum popliteum obliquum (227) schräg lateralwärts und aufwärts bis zum Ursprung von M. plantaris und gastrocnemius lateralis verläuft. Das Band ist der Kapsel fest eingewebt. Bei Kontraktionen des M. semimembranosus spannt sich das Band und hebt die Kapsel in eine Falte auf, deren Kante es bildet (M.).

An dem lateralen Teil der Rückseite wird ein Ligamentum arcuatum (227) beschrieben als eine aufwärts konkave Schleife, welche am lateralen Epicondylus entspringt, sich unter dem Ligamentum popliteum obliquum in der Kapsel verliert und durch einen an das Köpfchen der Fibula absteigenden Strang, Retinaculum ligamenti arcuati [1]) abwärts festgehalten wird. Diese Beschreibung trifft nur in einem Teil der Fälle zu und man findet oft nur einen Zug, welcher sich vom Epicondylus zum Köpfchen der Fibula erstreckt; selbst dieser kann in seinem proximalen Teil schwach entwickelt sein. Das Band bedeckt die Anheftung des M. popliteus und dient einem Teil seiner Fasern als Ansatzpunkt.

Soweit die hintere Kapselwand nicht von Bändern verstärkt wird, zeigt sie dünne Stellen und Lücken, durch welche Gefäße in das Gelenk gelangen und in welche sich Fettträubchen eindrängen.

Die Bewegungen des Kniegelenkes bestehen einerseits in Beugung und Streckung, andererseits in Rotation mit der Fußspitze medianwärts (Pronation) und mit der Fußspitze lateralwärts (Supination). Mit der Beugung verbindet sich stets eine Rollung, welche die Fußspitze medianwärts führt, mit der vollendeten Streckung eine Rotation in umgekehrtem Sinne. Ist die Streckung eine extreme wie beim aufrechten Stehen, dann kann eine Rotation nur im Hüftgelenk vorgenommen werden, im Kniegelenk ist sie unmöglich, da sie durch Spannung sämtlicher Bänder verhindert wird. Die Spannung wird durch die erwähnte Spiralform der Oberschenkelcondylen hervorgerufen, indem in der Streckung ihre proximalen und distalen Ansätze am weitesten voneinander entfernt sind. Die Hemmung der Streckbewegung wird neben den Bändern auch von der sehr kräftigen hinteren Kapselwand bewirkt; die vordere Kapselwand legt sich bei dieser Stellung nicht in Falten, sie wird von den mit ihr eng verbundenen Muskeln straff erhalten. Bei der Beugung nähern sich die Anheftungsstellen der Bänder einander, und in halber Flexion zeigt der Bandapparat die geringste Spannung. Dehnt ein Erguß im Leben oder Injektionsmasse am Präparat das Gelenk ad maximum aus, dann stellt es sich stets in halbe Beugung. Bei keiner Stellung des Kniegelenkes sind jedoch sämtliche Bänder erschlafft und zwar halten besonders die beiden Kreuzbänder die Gelenkflächen aneinander. Nach einer von Fick (1911) aufgestellten Tabelle verhalten sie sich folgendermaßen:

[1]) Ligamentum popliteum externum.

| | Streckung | Mittel-stellung | Beugung |
|---|---|---|---|
| Vorderes Kreuzband: | | | |
| Vorderes, oberes, mediales Bündel . . | straff | straff | schlaff |
| Hinteres, unteres, laterales Bündel . . | schlaff | schlaff | straffer |
| Hinteres Kreuzband: | | | |
| Vorderes, laterales Bündel . . . . . | schlaff | straff | straff |
| Hinteres, mediales Bündel . . . . . | straff | schlaff | sehr straff |

Von den Collateralbändern ist das laterale nur in der Streckung in Spannung, bei der Beugung wird es schlaff; von dem medialen entspannt sich zwar der Hauptteil bei stärkster Beugung, die hinteren kürzeren Züge sind aber selbst bei maximaler Beugung noch gespannt. Die Seitenbänder verhindern ein Umknicken des Knies, sowie eine Parallelverschiebung nach beiden Seiten. Die seitlichen Kapselwände sind in jeder Stellung des Gelenkes glatt und straff, die hintere Kapselwand faltet sich in der Beugung, wie erwähnt, durch Vermittelung des Ligamentum obliquum.

Der Vorgang der Bewegung spielt sich in der Art ab, daß die Condylen des Oberschenkels auf den beiden Bandscheiben rollen und daß diese zu gleicher Zeit auf der Tibia gleiten. Sie ändern ihre Form und Stellung beständig; bei der Beugung bewegen sie sich nach hinten und drehen sich, der laterale im Sinne des Uhrzeigers, der mediale umgekehrt. Zugleich ziehen sie sich in die Breite, während sie bei der Streckung in die Länge gezogen und verschmälert erscheinen. Die mit Beugung und Streckung verbundenen Rotationen haben ihren Grund in der Gestalt der Condylen des Femur und in dem Verhalten der Bandscheiben. Die ersteren stellen eine Art von Kegelmantel dar, welcher sich um den Kegel bewegt, der von den beiden Kreuzbändern nebst der Eminentia intercondyloidea gebildet wird. Die Kreuzbänder spannen sich demgemäß auch bei der Einwärtsrollung und wickeln sich bei der Auswärtsrollung voneinander ab.

Außer der Rotation des Unterschenkels, welche bei Beugung und Streckung unwillkürlich erfolgt, kann derselbe auch willkürlich nach außen (Supination) und nach innen (Pronation) gedreht werden, abgesehen allerdings von der extremen Streckstellung, wie dies oben schon erwähnt wurde. Die Drehung erfolgt um eine Achse, welche nicht durch die Mitte des Kniegelenkes geht, sondern welche im Gebiet der medialen Pfanne liegt. Die beiden Bandscheiben verschieben sich dabei gegen den Oberschenkel nur wenig und es geht die Bewegung im wesentlichen zwischen ihnen und dem Schienbein vor sich. Die beiden Gelenkflächen des Schienbeines bewegen sich dabei in verschiedenem Grad, die laterale stärker als die mediale; die laterale geht bei der Supination rückwärts, bei der Pronation vorwärts, während die mediale die umgekehrten Bewegungen ausführt (Fick).

Die Arterien des Kniegelenkes sind entsprechend seiner Größe stark und zahlreich. Es sind dies die sechs Arteriae genus, eine vordere, welche von der Schenkelarterie abgegeben wird und fünf hintere, welche aus der A. poplitea stammen. Außerdem treten noch die Aa. recurrens tibialis anterior und posterior, sowie der R. fibularis der vorderen Schienbeinarterie an das Gelenk. Alle diese Arterien vereinigen sich zum Rete articulare genus, von welchem aus das Gelenk versorgt wird. Die Venen begleiten die Arterien; die Lymphgefäße ergießen sich in die Lymphdrüsen der Kniekehle. Die Nerven des Kniegelenkes stammen vom N. tibialis und peronaeus ab,

sie begleiten die hinteren Arterien, ein Ast des N. femoralis die vordere Kniegelenksarterie. Vom hinteren Ast des N. obturatorius gelangt ein Zweig am M. adductor magnus entlang ins Gelenk.

Die Lage des Kniegelenkes ist eine wenig geschützte. Bei einem aufrechtstehenden Menschen ist vorne die Kniescheibe sehr leicht zu sehen und abzutasten. Von den durch die Fettpolster des Gelenkes hervorgerufenen Wülsten war schon oben (S. 166) die Rede. An der lateralen Seite fühlt man deutlich den Epicondylus lateralis und darunter das Köpfchen der Fibula, sowie das beide verbindende Ligamentum collaterale fibulare. Vor dem Köpfchen der Fibula trifft der untersuchende Finger auf den Condylus lateralis tibiae und über ihm auf die Gelenkspalte. Auch das vortretende Ende des Tractus iliotibialis fasciae latae und dahinter die Bicepssehne sind zu fühlen. An der medialen Seite fließen Epicondylus medialis und Ende der Tibia für das Gefühl meist zu einem gerundeten Vorsprung zusammen, doch kann man bei stärkerem Druck die Gelenkspalte wahrnehmen. Auch das Ende des M. sartorius ist herauszutasten. N. saphenus und V. saphena, welche vor der Sartoriussehne liegen, geben sich der Palpation nicht kund. An der Rückseite fühlt und sieht man bei gestrecktem Knie einen leichten Wulst und durchaus keine Vertiefung.

Die Lageveränderungen, welche die am Kniegelenk beteiligten Gebilde bei seinen Bewegungen erleiden, sind erheblich. Die Kniescheibe wird in der Streckung soweit gehoben, daß sie mit ihrem proximalen Teil die Facies patellaris femoris überragt. Da sie von dem Ligamentum patellae an der Tibia festgehalten wird, stellt sie sich bei der Beugung erst auf die Facies patellaris des Oberschenkels, wodurch sie stark vortritt, so daß nun das Knie eine gerundete Form erhält, dann aber sinkt sie in die immer tiefer werdende Kerbe zwischen Femur und Tibia hinein, wo sie jetzt größtenteils auf dem Fett der Plicae alares ruht. Sie ist nun auch für Gesicht und Gefühl mehr und mehr verschwunden, während dagegen die Condylen des Femur und das obere Ende der Tibia ebenso wie die zwischen beiden liegende Gelenkspalte durchgefühlt werden können. Dies ist deshalb so leicht möglich, weil die bedeckenden Weichteile hier auf der Vorderseite des Gelenkes spärlich sind; sie bestehen aus Haut, Subcutangewebe, Fascie und Sehnen mit den eingeschobenen Schleimbeuteln. Überdies sind die Weichteile nicht einmal scharf voneinander getrennt, so daß eine reinliche Präparation nicht selten unmöglich ist.

Zu beiden Seiten bringen die Bewegungen keine größeren Änderungen zuwege, wohl aber hinten. Beugt man das Knie, dann tritt dort jederseits ein starker gespannter Wulst hervor, während sich die Mitte zu einer tiefen Grube, der Kniekehle, Fossa poplitea umwandelt. Die beiden Wülste werden durch die vom Oberschenkel herkommenden kontrahierten Beugemuskeln gebildet, welche in der Kniegegend auseinanderweichen, um sich zu beiden Seiten an Tibia und Fibula anzusetzen. Von ihren Enden gedeckt, entspringen in nächster Nähe des Gelenkes beiderseits die nach dem Unterschenkel gehenden Köpfe des M. gastrocnemius, an der lateralen Seite auch der M. plantaris; sie nähern sich rasch der Mitte des Schenkels und legen sich aneinander. Die von oben kommenden und nach unten gehenden Muskeln umschließen einen rhombischen Raum mit proximal spitzerem und distal stumpferem Winkel, eben die Kniekehle. Sie wird von einem niemals vollständig schwindenden Fettpolster ausgefüllt. Auf ihm liegt die V. saphena parva, in ihm eingeschlossen die Nerven und Gefäße der Kniekehle, Vasa poplitea und N. tibialis. Der N. peronaeus schließt sich dem Rand des lateralen Muskelwulstes an. Das in der Streckung ziemlich fest sich anfühlende Fettpolster wird in der Beugung weicher, so daß man die beiden

Köpfe des M. gastrocnemius durchfühlen, bei mageren Leuten selbst den N. tibialis und den Puls der A. poplitea nachweisen kann.

Varietäten. Durch die Hockerstellung, welche gewisse Völkerschaften mit Vorliebe einnehmen, wird die Krümmung der Femurrollen leicht abgeflacht. — Die laterale Bandscheibe ist zuweilen abnorm verbreitert. — Das Ligamentum collaterale fibulare kann sich verdoppeln, es kann auch ganz fehlen (Fick). — Selten besteht ein Zusammenhang der beiden Gelenkhälften hinter den Kreuzbändern (Fick). — Das Kniegelenk steht nicht selten mit dem benachbarten Tibiofibulargelenk in Zusammenhang.

Praktische Bemerkungen. Die Erkrankungen des Kniegelenkes sind sehr zahlreich und oft schwer, was sich durch seine anatomischen Verhältnisse erklärt. Die sehr ausgedehnte Synovialis, die buchtige Form der Gelenkhöhle, der sehr komplizierte Bandapparat, die Art der Bewegungen, die besonders starke Inanspruchnahme des Gelenkes — all dieses birgt die Keime von Erkrankungen verschiedener Art in sich. Die exponierte Lage begünstigt Verletzungen aller Art und man fürchtet diese wegen ihrer Bedenklichkeit für Gesundheit und Leben auch heute noch, da Bewegungen, welche bei eröffnetem Gelenk ausgeführt werden, eine Saugwirkung ausüben, durch welche Luft und andere unerwünschte Stoffe in den Gelenkraum gebracht werden können.

Stichverletzungen, wie sie bei Gewerben, welche harte Gegenstände mit sehr scharfen Werkzeugen bearbeiten, z. B. Schuster, Zimmerleute, durch Ausfahren der Instrumente leicht vorkommen können, werden je nach der Stellung des Gelenkes verschiedene Teile desselben treffen können und ist nach der Verwundung die Stellung verändert, dann kann der Stichkanal teilweise verlegt werden und kürzer erscheinen als er in Wirklichkeit ist. Bei Schußwunden ist natürlich das gleiche der Fall; bei ihnen sind Stellungen denkbar, in welchen keiner der das Kniegelenk zusammensetzenden Knochen eine Verletzung erfahren hat. Bei Wunden, welche die Kniegegend an ihrer proximalen Seite treffen, wird man auf eine Eröffnung der Kapsel schon drei Finger breit über dem oberen Rand der Kniescheibe gefaßt sein müssen, da dort der suprapatellare Schleimbeutel so weit hinaufreicht. Unten und zu beiden Seiten setzt sich die Kapsel nahe an den Gelenkrändern fest, so daß noch einen Finger breit von diesen eine Eröffnung des Binnenraumes nicht zu erfolgen braucht.

Seröse, eiterige oder blutige Ergüsse dehnen das Gelenk oft beträchtlich aus; sie füllen natürlich auch die mit dem Gelenk in Zusammenhang stehenden Nebenräume. Klopft man mit dem Finger auf die Kniescheibe, welche auf dem Erguß schwimmt, dann kann man sie zum Anschlagen an die Condylen des Femur bringen, was der Untersucher deutlich fühlt. Eine Verwechselung des angeschwollenen Gelenkes mit einer Ausdehnung der präpatellaren Schleimbeutel ist leicht zu vermeiden, da bei diesen die Kniescheibe fest auf der Unterlage ruht und die Schwellung über ihr liegt.

Von den sehr dicken Gelenkknorpeln können sich, selbst wenn sie ganz gesund sind, Stückchen ablösen, welche dann frei im Gelenkraum liegen, man nennt sie „Gelenkmäuse". Sind sie in eine Seitenbucht geglitten, dann machen sie keine Symptome, klemmen sie sich aber zwischen irgend welche Teile des Gelenkes ein, dann hemmen sie oft ganz plötzlich die Bewegung und verursachen einen lebhaften Schmerz. Man muß sich hüten, das Sesambein der Gastrocnemiussehne im Röntgenbild für eine Gelenkmaus zu halten.

Die Stellung des Gelenkes ist pathologisch zu nennen, wenn die Belastungslinie, welche normalerweise durch seine Mitte geht, mehr als 2 cm nach der einen oder anderen Seite von dieser abweicht, wie es bei Genu valgum, sogenannten X-Beinen und Genu varum, sogenannten O-Beinen der Fall ist. Die Untersuchungen von Mikulicz (1878) haben ergeben, daß für deren Entstehung nicht das Kniegelenk zu beschuldigen ist, sondern daß Oberschenkelbein und Schienbein Verbiegungen erleiden. Man versteht jedoch leicht, daß besonders bei Genu valgum die abnorme Belastung in der Folge auch das Gelenk schädigt. Es tritt vorne ein Schwund des Condylus lateralis femoris, hinten ein solcher des Schienbeines ein. Das Gelenk wird im Stehen hyperextendiert und stärker rotiert, als in der Norm. Andauernde Belastung kann den Bandapparat so weit lockern, daß eine abnorme Überstreckung stattfindet (Genu recurbatum); auch Muskellähmungen können den gleichen Erfolg haben.

Luxationen des Kniegelenkes sind selten, was auf die Größe der Gelenkflächen und auf die ungemein große Festigkeit des Bandapparates, besonders der Kreuzbänder zurückzuführen ist. Doch kommen sie immerhin vor und zwar nach hinten und vorn, ebenso wie nach beiden Seiten. Der Kapselriß kann ein großer sein, oft aber findet man davon berichtet, daß er nur klein war,

was sich durch die Festigkeit der Kapsel mit ihren Bändern leicht erklärt. Bei Luxationen nach hinten oder vorn werden die Nerven und Gefäße der Kniekehle stark gespannt, sie können selbst zerreißen. Selten erleidet die Kniescheibe allein eine Verrenkung, und zwar so gut wie ausnahmslos nach der lateralen Seite hin. Wahrscheinlich ist die mehr gerundete Form des medialen Condylus die Ursache, daß sie bei einer medianwärts gerichteten Verschiebung leicht wieder in ihr Lager zurückgleitet. Die Kniescheibe kann sich auch um ihre Längsachse drehen, meist unvollständig, äußerst selten so, daß ihre Außenseite sich vollständig nach innen wendet.

Auch die Bandscheiben können eine isolierte Luxation erleiden, wenn das gebeugte Knie eine heftige Rotation ausführt. Am häufigsten kommt sie bei Sportspielen, wie Fußball u. dgl. vor. Weit öfter verrenkt sich der mediale Meniscus, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß er schwächere Bänder besitzt, wie der laterale. Die Bandscheibe reißt meist an ihrer vorderen Insertion ab und kann sich zwischen die Gelenkenden einklemmen.

Mußten verrenkte Bandscheiben entfernt werden, dann ist die Streckung des Knies beim Treppensteigen und ähnlichen Bewegungen meist erschwert (König 1907).

Von Brüchen der Gelenkenden ist zu erwähnen, daß die beiden Condylen des Femur durch die Kniescheibe wie durch einen Keil auseinander getrieben werden können. Das obere Ende der Tibia kann dadurch platzen, daß sich bei einem Fall auf die Füße die Femurcondylen mit großer Gewalt dagegen anstemmen. Am häufigsten sind Frakturen der Kniescheibe; sie können schon durch einfachen Muskelzug entstehen. Die exponierte Lage des Knochens begünstigt aber auch sehr die Einwirkung direkter Gewalt. Ihr anatomischer Bau weist den Brüchen keine bestimmte Richtung an. Ist sie zerbrochen, ohne daß die bedeckenden Weichteile zerrissen sind, dann bleiben die Bruchenden ohne Verschiebung in ihrer Lage, was man nach den vorhandenen anatomischen Verhältnissen nur natürlich finden wird. Zerreißen dieselben aber, dann legen sich leicht die Fetzen der bindegewebigen Membranen zwischen die Bruchenden und hindern dadurch die Vereinigung. Daß bei einem Querbruch der M. rectus femoris überdies das obere Stück stark in die Höhe ziehen wird, versteht sich von selbst. Ebenso klar ist es nach der Art der Anheftung der Mm. vasti, daß dabei nicht jede Funktionsmöglichkeit aufgehoben sein wird, da ihre seitlichen Teile, welche den unteren Teil der Patella, das Ligamentum patellae und die Tibia erreichen, ungestört weiter funktionieren können. Bei der Behandlung der Luxationen und Frakturen der Patella wird man nicht allein das Kniegelenk strecken, sondern auch das Hüftgelenk beugen, um den M. extensor quadriceps in allen seinen Teilen zu entspannen.

Epiphysenlösungen bewirken eine Eröffnung des Gelenkes nicht. Auch die mit dem Gelenk zusammenhängenden Schleimbeutel sind nicht wesentlich gefährdet. Zwar reicht die Bursa suprapatellaris noch über die Epiphysengrenze hinauf, doch ist ihre Verletzung wegen der dicken Fettschicht, welche sie vom Knochen trennt, unwahrscheinlich. Die Bursa m. semimembranosi reicht nicht bis unter den Epiphysenknorpel, ebensowenig die Bursa m. poplitei (v. Brunn 1881, M.). Anhaltendes Stehen, wie es gewisse Gewerbe verlangen (Bäcker, Kellner u. a.), alteriert im jugendlichen Alter leicht die Epiphysengrenze des distalen Femurendes, wodurch dann eine Verkrümmung dieses letzteren hervorgerufen wird, es entsteht dann Genu valgum (X-Beine), weniger häufig Genu varum (O-Beine).

### g) Wadenbeinköpfchengelenk, Articulatio tibiofibularis.

In unmittelbarer Nachbarschaft des Kniegelenkes. Die Gelenkfläche des Wadenbeines ist etwas größer als die des Schienbeines. Der Knorpelbezug ist am proximalen Teil beider Gelenkflächen dicker als am distalen. Die Kapsel folgt nicht überall genau dem Knorpelrand. Auf der Vorderseite wird sie verstärkt durch ein sehr kräftiges Band, Ligamentum capituli fibulae anterius (*226*, *231*), dessen Züge teils quer, teils schräg lateral abwärts verlaufen. Ein Ligamentum capituli fibulae posterius, dessen Fasern ebenfalls transversal gerichtet sind, ist schwächer, es kann selbst ganz fehlen. Die obere Wand des Gelenkes ist am wenigsten geschützt.

Die Höhle des Gelenkes steht in ⅓ der Fälle (Fick) mit dem Poplitealschleimbeutel und dadurch indirekt mit dem Kniegelenk in Verbindung. Die Bewegungen des Gelenkes bestehen in geringfügigen Verschiebungen, man kann es als Amphiarthrose betrachten.

Seine unbedeutenden Gefäße erhält es aus der A. genus inferior lateralis und aus der A. recurrens tibialis anterior, die Nervenfädchen vom Gelenkast des N. peronaeus.

An seiner Vorderseite wird das Gelenk gedeckt vom Ansatz des M. biceps femoris und es entspringen von ihm Fasern des M. peronaeus longus und M. extensor digitorum pedis longus. Auf seiner Rückseite liegt der Popliteusschleimbeutel und der Ursprung des M. soleus. Zwischen den Muskelursprüngen und dem Köpfchen der Fibula wendet sich der N. peronaeus auf die Vorderseite des Unterschenkels; er kann bei Verletzungen des Fibulaköpfchens in Mitleidenschaft gezogen werden. Luxationen sind selten.

### h) Membrana interossea cruris[1]).

Ähnlich der gleichnamigen Membran des Unterarmes spannt sie sich zwischen den beiden Cristae interosseae der beiden Unterschenkelknochen aus (*236*). In ihrem proximalen Teil ist sie dünn, am distalen Ende weicht sie in mehrere Platten auseinander, zwischen welche sich Fett einschiebt. Am proximalen Ende der Membran ist eine ovale Lücke ausgespart, welche an ihrer lateralen Seite von der Fibula begrenzt wird. Durch sie gelangen die von Fett umschlossenen Vasa tibialia anteriora nach vorne. Auch am distalen Ende findet man eine (kleinere) Lücke, welche mit ihrer medialen Seite an die Tibia grenzt; sie läßt den Ramus perforans der A. peronaea passieren.

Der Verlauf ihrer Fasern ist von der Tibia aus schräg abwärts zur Fibula gerichtet, was mit dem Faserverlauf in der Membrana interossea antebrachii deshalb übereinstimmt, weil man die Tibia dem Radius, die Fibula der Ulna gleichzusetzen hat. Doch fehlt es auch nicht an Fasern, welche umgekehrt von der Fibula schräg abwärts zur Tibia verlaufen. Solche sind sowohl auf der Vorderseite, wie auf der Rückseite vorhanden. Am proximalen Ende der Vorderseite begegnet man einem Faserzug, welcher nach seinem Verlauf der Chorda obliqua des Unterarmes gleicht.

Die Festigkeit und Elastizität der Membran ist bedeutend (Feßler 1894). Von ihren beiden Flächen entspringen Streck- und Beugemuskeln des Unterschenkels.

Die distalen Enden der beiden Unterschenkelknochen werden durch Bandfasern, welche von einem Knochen zum anderen überspringen, fest aneinander geheftet; zwischen sie erstreckt sich von unten her eine schmale, mit Gelenkintima ausgekleidete Spalte hinein. Es wird auf diese Dinge unten bei Beschreibung des Knöchelgelenkes zurückzukommen sein.

### i) Knochen des Fußes, Ossa pedis.

Ebenso wie schon in den proximalen Teilen des Skeletes der unteren Extremität, tritt auch in dem des Fußes die Bestimmung zum Tragen der Körperlast hervor. Wenn auch im ganzen und großen die Verhältnisse der Hand wiederkehren, so ist doch die Übereinstimmung im einzelnen nur eine geringe. Die Hand behält die Richtung des Unterarmes bei, ihre Knochen liegen sämtlich in der gleichen Fläche, die Handwurzel ist kurz und gerade, die Finger sind lang und sehr beweglich. Dies alles wirkt zusammen, um sie zu befähigen, die ergriffenen Gegenstände gut zu umfassen und festzuhalten. Demgegenüber ist der Fuß gegen den Unterschenkel winkelig abgeknickt; die Fußwurzel ist lang und sehr kräftig, die Zehen sind kurz und besitzen eine geringere Beweglichkeit als die Finger. Die proximalen Fußwurzelknochen sind übereinander gelagert, während die vorderen und die Mittelfußknochen nebeneinander liegen und es

[1]) Ligamentum interosseum.

läßt sich der Fuß der Länge nach in zwei Strahlen oder Abteilungen zerlegen, eine mediale, welche aus Talus, Os naviculare, Ossa cuneiformia sowie den drei ersten Metatarsalknochen und Zehen besteht, und eine laterale, welche sich aus Calcaneus, Os cuneiforme und den beiden anderen Metatarsalknochen und Zehen zusammensetzt (*246*). Dabei ruht der hintere Teil der dreizehigen Abteilung auf dem der zweizehigen.

### *α*) Fußwurzelknochen, Ossa tarsi.

Die Fußwurzelknochen sind: Das Sprungbein, Talus[1]), Fersenbein, Calcaneus, Kahnbein, Os naviculare[2]) pedis, die drei Keilbeine, Os cuneiforme[3]) primum, secundum, tertium, das Würfelbein, Os cuboideum[4]).

Schon die Aufzählung ergibt, daß die Fußwurzelknochen ebensowenig, wie die Handwurzelknochen dem Grundtypus (S. 106) ganz entsprechen. Als das an der Hand ganz zurückgebildete Os centrale ist das Os naviculare anzusehen; im Talus ist das Os tibiale und intermedium enthalten, der Calcaneus entspricht dem Os fibulare, welches von der Verbindung mit den Unterschenkelknochen ganz abgedrängt ist. Wie an der Hand sind auch hier am Fuß nur die drei ersten Ossa tarsalia voneinander getrennt, während das vierte und fünfte im Os cuneiforme vereinigt sind.

Die Grundform der einzelnen Fußwurzelknochen kann man zwar wie bei den Handwurzelknochen als die eines Würfels ansehen, doch ist sie noch weniger streng durchgeführt, wie bei diesen. Auch die Fußwurzelknochen wenden dem Fußrücken und der Sohle rauhe Oberflächen zu, die Flächen aber, welche sie einander zukehren, sind nur zum Teil überknorpelt, ein Teil von ihnen bleibt zum Ansatz von Bändern rauh.

Das Sprungbein (*237*, *238*) zerfällt durch eine rauhe Einschnürung, Collum tali, in einen hinteren Teil, Corpus und einen vorderen, Caput. Am Körper bemerkt man zwei Fortsätze, einen Processus posterior und lateralis. Der erstere tritt unter dem hinteren Rand der Rolle hervor, er ist niedrig und rauh. Seine Spitze zerfällt gewöhnlich durch eine tiefe Furche für die Sehne des M. flexor hallucis longus in zwei rauhe Höcker, Tuberculum mediale und laterale. Der letztere bildet eine vorspringende Ecke, in welche sich der seitliche Rand des Knochens auszieht. Er ist an seiner oberen und unteren Seite überknorpelt. Seine Anwesenheit erklärt sich dadurch, daß Sprungbein und Fersenbein in der Art gegeneinander verschoben sind, daß das erstere medial, das letztere lateral übersteht. Der laterale Fortsatz des Sprungbeines hat die Deckung der oberen Fläche des Fersenbeines zu vervollständigen.

An seiner oberen Fläche trägt der Körper eine rollenförmige Gelenkfläche, Trochlea, zur Artikulation mit dem Schienbein. Dieselbe ist im sagittalen Durchmesser konvex, im transversalen leicht konkav; von vorn nach hinten ist sie etwas verschmälert, so daß sie bei gehobenem Fuß fester zwischen den Enden der beiden Unterschenkelknochen steht als bei gesenktem. Zu beiden Seiten ist die Rolle durch eine lateral schärfere, medial stumpfere Kante abgesetzt. Die Überknorpelung aber setzt sich ohne Grenze über diese Kanten hinweg auf die Seitenflächen des Knochens fort, Facies malleolaris lateralis und medialis, welche mit den Innenseiten der beiden Knöchel artikulieren. Da der laterale Knöchel weiter herabragt, ist auch

[1]) Astragalus.
[2]) Os scaphoideum, centrale, Schiffbein.
[3]) Ossa tarsalia I—III.
[4]) Os tarsale IV.

die laterale Fläche größer, sie besitzt eine dreiseitige Form und ist leicht konkav. Die mediale ist kleiner, sie stellt nur einen schmalen, sichelförmig gestalteten Saum mit ebener Oberfläche dar. Unter ihr ist die mediale Seitenfläche rauh.

Der Kopf des Sprungbeines trägt eine kugelförmige Gelenkfläche, Facies articularis navicularis, welche in einer vom Schiffbein und vom Ligamentum calcaneonaviculare plantare gebildeten Pfanne ruht. Der diesem Band entsprechende Streifen der Gelenkfläche ist nicht selten durch eine stumpfe Kante von dem mit dem Schiffbein in Verbindung stehenden Teil abgesetzt.

Die untere Seite des Sprungbeines (*238*) besitzt zwei Gelenkflächen, welche mit dem Fersenbein in Kontakt stehen; sie sind voneinander durch eine rauhe Furche, Sulcus tali, getrennt. Die hintere, lateralwärts verschobene Fläche, Facies articularis calcanea posterior, ist tief gehöhlt, die vordere, weiter medial stehende, besitzt zwei Facetten, von welchen die eine, Facies articularis media, vom Sustentaculum tali, die andere, Facies articularis anterior, vom Körper des Fersenbeines getragen wird. Nicht selten werden die Facetten durch eine accessorische Furche völlig voneinander getrennt.

Das Fersenbein (*239—241*) ist der größte Fußwurzelknochen; es besitzt eine länglich vierseitige Gestalt. Mit seinem hinteren verdickten Teil, Tuber calcanei, tritt es frei hervor und bildet die Ferse. Die hintere Oberfläche des Tuber ist in der oberen Hälfte glatt zur Anlagerung eines Schleimbeutels, in der unteren Hälfte rauh zum Ansatz der Achillessehne. Am unteren Rand zieht sich diese Oberfläche beiderseits in einen kleinen Fortsatz aus, einen medialen größeren, Processus medialis und einen lateralen kleineren, Processus lateralis tuberis calcanei (*239, 240*), welche auf dem Fußboden ruhen.

Der vordere von dem Sprungbein gedeckte Teil, Corpus, ist, wie gesagt (S. 175), gegen dieses lateralwärts verschoben; um es ausreichend zu unterstützen, ragt an seiner medialen Seite ein platter, halbkreisförmiger Fortsatz hervor, Sustentaculum tali[1]) (*240*). Die obere Fläche des Körpers ist stufenförmig gestaltet. Der hintere höhere Teil trägt eine konvexe, nach vorn absteigende Gelenkfläche, Facies articularis posterior, zur Artikulation mit der gleichnamigen des Sprungbeines, der vordere niedrigere, eine Facies articularis media und anterior, von welchen die erstere dem Sustentaculum tali, die letztere der vorderen medialen Ecke des Körpers angehört. Sie verhalten sich ganz ebenso, wie die mit ihnen in Gelenkverbindung stehenden gleichnamigen Flächen des Sprungbeines. Ebenso wie diese werden sie von der hinteren Gelenkfläche durch einen rauhen Sulcus calcanei getrennt. Die einander zugekehrten Rinnen von Sprungbein und Fersenbein bilden zusammen eine von der lateralen Seite her zugängliche Grube, Sinus tarsi (*248*), welche sich medianwärts zu einem kanalartigen Gang, Canalis tarsi, verengert. Sie enthält einen starken Bandapparat. Ein accessorischer Sulcus kann natürlich ebenso vorhanden sein, wie beim Sprungbein.

Die vordere Fläche des Fersenbeines wird von der dreiseitigen Facies articularis cuboidea eingenommen, welche sich an das Würfelbein anlegt.

Von den Seitenflächen wird die mediale (*240*) von dem Sustentaculum tali überragt; an dessen Unterseite zieht eine Furche hin, Sulcus m. flexoris hallucis longi, die Fortsetzung der gleichnamigen Rinne des Sprungbeines. Auf der lateralen Seitenfläche (*239*) verläuft die Sehne des M. peronaeus longus im Sulcus m. peronaei

[1]) Processus medialis calcanei.

longi schräg ab- und vorwärts. Nicht selten erhebt sich ihr oberer Rand zu einem höcker- oder leistenförmigen rauhen Fortsatz, Processus trochlearis.

Das Kahnbein (*242, 243*) ist ein verhältnismäßig flacher Knochen. Eine hintere konvexe Gelenkfläche (*242*) nimmt den Kopf des Sprungbeines auf, eine vordere (*243*) ist in drei Facetten geteilt, an welche sich die drei Keilbeine anlegen. Die dem medialen Fußrand angehörige Seitenfläche ist in einen stumpfen Höcker, Tuberositas ossis navicularis ausgezogen. Ihm gegenüber auf der lateralen Seitenfläche findet man häufig eine überknorpelte Stelle zur Artikulation mit dem Würfelbein.

Die drei Keilbeine (*244, 245*). Das erste an der Großzehenseite des Fußes gelegene ist das größte, das zweite das kleinste. Dieses letztere ist auch in sagittaler Richtung kürzer, als die anderen, so daß zwischen deren vorderen Enden eine einspringende Bucht vorhanden ist, welche von der Basis des zweiten Mittelfußknochens ausgefüllt wird (*246, 250*). Das erste wendet die Schneide des Keiles dem Fußrücken, das zweite und dritte der Sohle zu. Die plantar liegende breite Seite des ersten Keilbeines ist rauh, gewulstet und geht ohne Grenze in die mediale Seitenfläche über. Die dem Fußrücken zugewandten Breitseiten des zweiten und dritten Keilbeines sind von annähernd quadratischer Form. Das zweite Keilbein ist so kurz, daß seine Schneide ganz versteckt liegt, wenn man das Fußskelet von der Sohle her betrachtet.

Durch die Gelenkflächen ihrer hinteren Seiten stehen die Keilbeine mit dem Kahnbein (*244*) in Verbindung, durch die der vorderen Seiten (*245*) mit den drei ersten Mittelfußknochen. Die Seitenflächen besitzen nur längs der dorsalen Ränder Gelenkflächen, mittelst deren sie mit den jedesmal benachbarten Knochen artikulieren, weiter plantarwärts sind sie rauh. Eine vom Dorsum zur Planta hin winkelig gestaltete Gelenkfläche der lateralen Seite des ersten Keilbeines steht in Kontakt mit einer entsprechend geformten des zweiten; an eine rundliche Facette vor ihr legt sich der Mittelfußknochen der zweiten Zehe an. Zweites und drittes Keilbein berühren sich mit schmalen Gelenkflächen, das dritte trägt davor noch eine kleine, für den anstoßenden zweiten Mittelfußknochen. Eine Gelenkfläche der lateralen Seite des dritten Keilbeines legt sich an das Würfelbein an, eine kleine Facette vor ihr an den vierten Mittelfußknochen.

Das Würfelbein (*244, 245*) entspricht seinem Namen nur wenig, es ist vielmehr eher fünfseitig zu nennen und zeigt sich lateralwärts verschmälert. Seine hintere Seite artikuliert mit dem Fersenbein, seine vordere, in zwei Facetten geteilte, mit dem vierten und fünften Mittelfußknochen. An der medialen Seite befinden sich in der Nähe des oberen Randes zwei durch eine stumpfe Kante geschiedene Gelenkflächen, die eine zur Verbindung mit dem dritten Keilbein, die andere zu der mit dem Kahnbein bestimmt. An der lateralen Seite nimmt ein Einschnitt die Sehne des M. peronaeus longus auf; er führt in eine tiefe Rinne der Sohle, Sulcus m. peronaei longi (*247*), welche an ihrer Rückseite durch eine schräge, stumpfe Erhabenheit, Tuberositas ossis cuboidei[1]), begrenzt wird.

Die Struktur der Fußwurzelknochen ist eine spongiöse und zwar sind die Knochenbälkchen in ausgesprochener Weise den Belastungsverhältnissen angepaßt, unter welchen die Knochen stehen. Weiter unten wird darauf zurückzukommen sein. Die Blutversorgung wird von den benachbarten Arterienästen geliefert und je größer ein Knochen ist, um so mannigfaltiger sind seine Gefäße. Der Calcaneus erhält solche von den Rami calcanei und von der A. plantaris lateralis, welche von unten herantritt.

[1]) Eminentia obliqua. Tuberculum transversum.

In den Talus führen Gefäßlöcher von der medialen Seite und von seinem Halse herein, besonders große auch aus dem Sinus tarsi, wo sich ein Ast der A. tibialis posterior verzweigt. Auch die A. malleolaris anterior lateralis sendet Ästchen in den Sinus tarsi. Die weiter distal gelegenen Fußwurzelknochen beziehen ihre Arterien teils vom Fußrücken her aus den Zweigen der A. dorsalis pedis, teils von der Sohle aus von den Aa. plantaris medialis und lateralis. Wie bei den Handwurzelknochen fehlen die Gefäßlöcher da, wo sich stärkere Bänder oder Sehnen an den Knochen anheften.

Die Nerven der Fußwurzelknochen werden an der Dorsalseite vom N. peronaeus profundus, an der Plantarseite von den Nn. plantaris lateralis und medialis abgegeben.

Entwickelung (*280, 281*). Der Calcaneus erhält einen Knochenkern im sechsten Fetalmonat, der Talus ein wenig später. Zur Zeit der Geburt pflegt auch das Würfelbein einen solchen zu besitzen. Von den Keilbeinen zeigt das dritte zuerst einen Knochenkern und zwar im ersten Lebensjahr, dann folgt das erste und das zweite bis vierte, zuletzt das zweite im dritten bis vierten Jahr. Etwa im zehnten Lebensjahr tritt ein Epiphysenkern im Calcaneus auf. Er bildet sich zu einer platten, gebogenen Scheibe aus, die der hinteren Fläche des Knochens aufsitzt und nach der Pubertätsentwickelung mit dem Knochen verschmilzt.

Varietäten der Fußwurzelknochen sind zahlreich. Ihre Formen können ungewöhnliche sein, auch können ungewöhnliche Gelenkflächen vorkommen, nicht selten in Verbindung mit ungewöhnlicher Form. Neben den normalen vorkommende überzählige Knochen können insoferne eine praktische Bedeutung gewinnen, als sie bei der jetzt so viel geübten Untersuchung mit Röntgenstrahlen leicht für pathologisch abgetrennte Skeletstücke gehalten werden könnten. Dieselben können mit den normalen Knochen in Gelenkverbindung treten, sie können mit ihnen auch secundär verwachsen. Aus einer sehr gründlichen Arbeit von Pfitzner (1896) sei folgendes hervorgehoben: Die hintere Ecke des Talus, lateral vom Sulcus m. flexoris hallucis longi gliedert sich zuweilen als Os trigonum ab. Das gleiche kann mit der hinteren Ecke des Sustentaculum tali der Fall sein. Ebenso kann sich die Tuberositas ossis navicularis abtrennen, sie kann sogar als Sesambein in die Sehne des M. tibialis posterior abwandern. Die vordere obere Ecke des Fersenbeinkörpers kann selbständig werden. — Das erste Keilbein kann sich in eine dorsale und plantare Hälfte teilen. — In der Sehne des M. peronaeus longus kommt ein Sesambein vor, dort, wo sie sich um das Würfelbein herumschlägt. — An der Dorsalseite des Fußes kann im Winkel zwischen erstem Keilbein und erstem und zweitem Mittelfußknochen ein kleines Knöchelchen eingeschaltet sein.

Verschmelzungen können, wie es scheint, zwischen allen aneinander stoßenden Flächen zweier Fußwurzelknochen vorhanden sein, wobei es sich keineswegs um pathologische Verwachsungen handelt (Lebouc q 1890).

Der Processus trochlearis des Fersenbeines ist zuweilen sehr groß; auch an einzelnen anderen Fußwurzelknochen kann es zur Ausbildung von Trochlearfortsätzen kommen, so am Sprungbein, am Kahnbein.

### β) Mittelfußknochen, Ossa metatarsalia.

Den Mittelhandknochen durchaus ähnlich (*246, 247*). Man unterscheidet wie bei diesen eine proximale Basis, ein distales Capitulum und zwischen beiden einen Körper. Der Metatarsalknochen der großen Zehe ist weitaus der dickste, der der zweiten der längste; von ihm ab werden die übrigen rasch kürzer. Die Basen tragen Gelenkflächen zur Artikulation mit den drei Keilbeinen und dem Würfelbein, welche nicht rein sagittal stehen, sondern mit ihrer lateralen Seite nach hinten abweichen. Die einander zugewandten Seiten der Basen stehen durch überknorpelte Flächen miteinander in Berührung, nur der aus der Reihe zurückspringende zweite (*246*) macht insofern eine Ausnahme, als seine mediale Seite nicht mit dem ersten Metatarsalknochen, sondern mit dem vorderen Rand des ersten Keilbeines in Verbindung steht, an seiner Kleinzehenseite besitzt derselbe Mittelfußknochen neben der Facette für den dritten noch eine kleine für den distalen Rand des dritten Keil-

beines. Die Plantarseite der Basis des ersten Metatarsalknochens ist zu einem lateralwärts vorragenden Höcker ausgezogen, Tuberositas ossis metatarsalis primi (*247*); an ihn setzt sich die Sehne des M. peronaeus longus an. Von der Basis des fünften Metatarsalknochens erstreckt sich ein Muskelhöcker, Tuberositas ossis metatarsalis quinti (*247*), zur Seite, welcher auch beim Lebenden leicht durchzufühlen ist.

Die plantarwärts gekrümmten Körper der Metatarsalknochen sind dreiseitig prismatisch. Die Köpfchen sind denen der Mittelhandknochen (S. 129) so ähnlich, daß sich eine Beschreibung erübrigt. Die plantare Seite des Köpfchens des ersten Metatarsalknochens teilt eine sagittal gestellte stumpfe Kante in zwei sattelförmige Furchen, in welchen die Sesambeine gleiten.

Die Mittelfußknochen sind typische Röhrenknochen. Die Foramina nutricia finden sich an den vier ersten in der Regel an der lateralen Seite, am fünften an der medialen. Am ersten verläuft der an die Löcher sich anschließende Gefäßkanal in distaler, bei den vier anderen in proximaler Richtung.

### γ) Zehenknochen, Phalanges.

Sie gleichen ganz den Fingerphalangen (*246*, *247*), unterscheiden sich aber von ihnen durch ihre geringere Größe. Nur die große Zehe macht eine Ausnahme, indem sie ganz besonders stark ausgebildet ist; trotzdem daß sie nur zwei Phalangen besitzt, kommt sie deshalb der zweiten an Länge fast gleich. Die dritte Zehe ist nur wenig kürzer als die zweite, die vierte verkürzt sich stärker und die fünfte macht einen geradezu rudimentären Eindruck. Die zum Teil sehr geringe Länge der Mittelphalangen bringt es mit sich, daß sie nicht selten aussehen, wie zwei Gelenkenden, welche nur durch eine sanduhrförmige Einziehung voneinander getrennt sind. Die Gelenkflächen der kleineren Gelenke sind weniger ausgearbeitet, wie an den Fingern; Mittel- und Endphalanx der kleinen Zehe sind sogar in 36 Prozent der Fälle knöchern miteinander verbunden. Zuweilen wird gleiches auch an der vierten Zehe beobachtet. Die Verwachsung ist nach Pfitzners (1890) Untersuchungen nicht etwa auf den Druck schlecht passenden Schuhwerkes zurückzuführen, wie man früher vielfach angenommen hat, da sie schon während der Embryonalzeit auftritt.

### Sesambeine, Ossa sesamoidea.

Die Sesambeine der großen Zehe (*247*), welche niemals fehlen, sind in gut ausgebildetem Zustand etwas mehr wie erbsengroß, das fibulare ist häufig kleiner und schlechter entwickelt, weit seltener ist das tibial gelegene das kleinere. Das letztere kann sich teilen. Außerdem kommen Sesambeine noch vor an der zweiten und fünften Zehe, jedoch weit seltener als an der Hand (Pfitzner 1892).

In etwa der Hälfte der Fälle findet man ein Sesambein im Interdigitalgelenk der großen Zehe.

Entwickelung (*280*, *281*). Sie erfolgt bei den Mittelfußknochen und den Phalangen ganz ebenso wie an der Hand (S. 131). Wie dort ist auch hier die Schlußentwickelung des weiblichen Fußes dem des männlichen um etwa zwei bis drei Jahre voraus (Hasselwander). Die Diaphysenkerne der Mittelfußknochen erscheinen in der 8.—10. Fetalwoche, und zwar zuerst der des zweiten, dann folgen 3, 4, 1, 5, also nicht ganz genau so, wie bei den Mittelhandknochen. Die Kerne der Phalangen treten im dritten bis vierten Fetalmonat auf. Die Epiphysenkerne erscheinen wie an der Hand im distalen Ende der Mittelhandknochen und im proximalen der Phalangen. Nur der Mittelfußknochen der großen Zehe macht die gleiche Ausnahme, wie der Mittelhandknochen des Daumens; er hat seine Epiphyse am proximalen Ende. Die Epiphysenkerne der Metatarsal-

knochen erscheinen im dritten bis achten Jahr, die der Phalangen im dritten bis vierten, nur der in der Endphalanx der großen Zehe eilt den anderen voran. Die Vereinigung der Epiphysen mit den Diaphysen erfolgt im männlichen Geschlecht um das 16. bis 21. Jahr, im weiblichen, wie gesagt, früher.

Varietäten. Die Tuberositas ossis metatarsalis V. kann selbständig werden. Die Mittelfußknochen zeigen Variationen in Länge und Stärke. Die Grundphalangen der fibularen Zehen können verdickt sein, die Mittelphalangen sind verkürzt, Phalangen sind miteinander verschmolzen. Im übrigen kommen ganz die gleichen Varietäten wie bei den Fingern vor, es ist deshalb auf das dort Gesagte (S. 131) hinzuweisen.

## k) Gelenke und Bänder an der Fußwurzel.

Die Gelenke der Fußwurzel unterscheiden sich von denen der Handwurzel in mehrfacher Art. So ist hervorzuheben, daß die Gelenke hier besser voneinander getrennt sind, wie dort; der ganze Aufbau und die Tätigkeit des Fußes erfordert ferner andere Kombinationen und man sieht, daß die um das Sprungbein gruppierten Gelenke die größte Freiheit und Selbständigkeit besitzen, die übrigen erscheinen als Amphiarthrosen und zeigen sich im Zusammenhang mit ihrer geringen Beweglichkeit auch oft genug nur mangelhaft ausgebildet. Die Hilfsbänder sind entsprechend der physiologischen Funktion des Fußes weit kräftiger entwickelt wie an der Handwurzel.

Die einzelnen Gelenke sind die folgenden: 1. Knöchelgelenk [1]), Articulatio talocruralis. 2. Hinteres Sprungbeingelenk, Art. talocalcanea. 3. Vorderes Sprungbeingelenk, Articulatio talocalcaneo-navicularis. 4. Fersen-Würfelbeingelenk, Articulatio calcaneo-cuboidea. 5. Kahn-Keilbeingelenk, Articulatio cuneonavicularis. 6. Fußwurzel- und Mittelfußgelenke, Articulationes tarsometatarseae. 7. Mittelfußgelenke, Articulationes intermetatarseae.

### *a*) Knöchelgelenk, Articulatio talocruralis.

Die Pfanne wird von den distalen Enden des Schienbeins und Wadenbeines gebildet, der Kopf von der Rolle des Sprungbeines. Die Unterschenkelknochen werden durch die Ligamenta malleoli lateralis anterius und posterius (*253*, *255*) sehr fest aneinander gehalten. Sie entspringen vorne und hinten am unteren Rand des Schienbeines und setzen sich an den vorderen und hinteren Rand der Gelenkfläche des Wadenbeines an. Das hintere Knöchelband ist erheblich kräftiger als das vordere. Während die Bänder den Raum zwischen den beiden Knochen überbrücken, beteiligt sich eine kleine dreieckige Fläche von ihnen direkt an der Pfannenbildung. Die Pfanne ist eine eckige Gabel, welche die Gelenkfläche des Sprungbeines aufnimmt. Die Rolle des Sprungbeines steht mit der unteren Fläche des Schienbeines in Verbindung und beide sind einander entsprechend gestaltet. Zu beiden Seiten setzt sich die Gelenkfläche der Pfanne auf die Innenseite der beiden Knöchel fort, wo sie mit den oben beschriebenen seitlichen Gelenkflächen des Sprungbeines (S. 175), welchen sie ganz gleich gestaltet sind, in Verbindung treten (*251*). Die Gelenkfläche des lateralen Knöchels ist danach dreiseitig, nach außen abgebogen und ragt weiter abwärts als die Gelenkfläche des medialen Knöchels, welche eine sichelförmige Gestalt besitzt. Die Krümmung der Hauptartikulationsebene ist ungefähr kreisförmig mit einem Radius von etwa 2 cm. Der Bogenwert der Pfanne beträgt 70—80°, der der Rolle des Sprungbeines 120°, weshalb bei jeder Stellung des Fußes immer ein Teil der letzteren von der Pfanne unbedeckt bleibt (Fick 1904). Im

[1]) Oberes Sprungbeingelenk.

aufrechten Stehen auf ebenem Boden entsprechen sich die Gelenkflächen von Kopf und Pfanne genau, hebt man aber die Fußspitze, dann stellt sich, wie oben (S. 175) bemerkt, der Fuß fest, weil sich nun der breite vordere Teil der Rolle zwischen die Unterschenkelknochen klemmt, wobei sich die Ligamenta malleoli lateralis anspannen. Bei der Senkung, bei welcher der schmalste Teil der Rolle zwischen die Unterschenkelknochen tritt, erschlaffen diese Bänder und die Stabilität des Gelenkes wird geringer.

Die Knorpelbedeckung der Gelenkflächen ist in der Mitte der Rolle und Pfanne am dicksten (2 mm), an den Enden der seitlichen Gelenkflächen am dünnsten.

Die Kapsel setzt sich im allgemeinen dicht am Gelenkknorpel an, nur vorne greift sie über ihn hinaus, am Sprungbein mehr, am Schienbein etwas weniger. Wie bei allen Gelenken, welche eine Winkelbewegung ausführen, ist sie vorne und hinten weit, mit Fett durchwachsen und leicht verletzlich. Sie ist dort nur durch vorüberziehende Muskelsehnen unvollkommen geschützt. Zu beiden Seiten ist sie straff und mit kräftigen Haftbändern versehen.

Die Gelenkhöhle ist geräumig und enthält viel Synovia. Sie setzt sich nach oben hin in eine enge Synovialtasche zwischen den aneinander liegenden Enden der beiden Unterschenkelknochen fort (*251*). Eine Intimafalte springt entweder vom blinden Ende oder auch vom unteren fibularen Rand der Tasche vor; in letzterem Fall schließt sie dieselbe nach Art einer Klappe ab. Andere Intimafalten treten als quergestellte Fettlappen von hinten und von vorne her in die Gelenkhöhle vor. Sie sind nur durch sehr zarte Kapselblätter von den auf den Außenseiten des Gelenkes liegenden Fettmassen getrennt.

### β) Hinteres Sprungbeingelenk. Articulatio talo-calcanea.

Die artikulierenden Flächen sind die hinteren, an der Unterseite des Sprungbeines und der Oberseite des Fersenbeines befindlichen Gelenkflächen (*257*). Die Artikulationsebene stellt ein Stück einer Zylinderfläche oder eines Kegels dar, mit einem Radius von etwa 28 mm Länge, dessen Achse die Längsachse des Fußes unter einem Winkel von etwa $30^0$ schneidet und zwar bei aufrechtem Stehen, wo der Fuß mit der Spitze lateral abweicht. Sie läuft der Medianebene fast parallel (M.-H.). Die Form der Gelenkflächen ist zahlreichen individuellen Variationen unterworfen. Vorkommende Inkongruenzen werden durch Fettpolster ausgeglichen.

Der Gelenkknorpel ist in der Mitte der Gelenkflächen am dicksten (1,5 mm). Die dünne und schlaffe Kapsel setzt sich im allgemeinen dicht am Knorpelrand an, hinten-lateral aber entfernt sie sich am Fersenbein von ihm bis fast 1 cm weit. Im Sinus tarsi und an der Hinterseite wird die Kapsel von reichlichem Fett gedeckt. Die Gelenkhöhle bietet keine Besonderheiten, nur ist zu erwähnen, daß eine kleine Aussackung der hinteren lateralen Ecke des Gelenkes, besonders bei älteren Leuten, nicht ganz selten mit dem Knöchelgelenk in Verbindung steht (Fick).

### γ) Vorderes Sprungbeingelenk, Articulatio talo-calcaneo-navicularis.

Der im wesentlichen kugelige Kopf des Sprungbeines ruht in einer Pfanne, welche gebildet wird von der Facies articularis media und anterior des Fersenbeines, der hinteren konkaven Gelenkfläche des Kahnbeines und einem sehr starken Band, Ligamentum calcaneo-naviculare plantare, welches an seiner dem Gelenkinneren

zugewandten Seite eine faserknorpelige Schichte, Fibrocartilago navicularis[1]) trägt (*257*). Nicht selten findet man den Kopf den Abteilungen der Pfanne ungefähr entsprechend facettiert. Varietäten in der Form der Gelenkflächen sind häufig, doch steht ihre Krümmung stets in Korrelation mit der des hinteren Sprungbeingelenkes. Da beide stets zusammenwirken, müssen ihre Artikulationsebenen auch den gleichen Radius haben.

Der Gelenkknorpel besitzt eine Dicke von etwa 1 mm. Die Kapsel folgt am Fersenbein dem Knorpelrand, am Sprungbein, ebenso auch am Kahnbein entfernt sie sich mehr oder weniger von ihm; besonders an der medialen Seite erstreckt sie sich bis gegen das Knöchelgelenk. Die Gelenkhöhle ist in der Regel eine einheitliche, doch kommt es bei starker Entwickelung des accessorischen Sinus tarsi vor, daß der von den medialen Gelenkflächen gebildete Teil sich vollkommen vom übrigen sondert. Die Unregelmäßigkeiten der Pfannenoberfläche werden durch Fettfalten ausgeglichen.

### δ) Fersen-Würfelbeingelenk, Articulatio calcaneo-cuboidea.

Die Artikulationsflächen besitzen eine dreiseitige Gestalt, die Krümmung der Artikulationsebene ist sattelförmig, in vertikaler Richtung vorwärts konkav, in horizontaler vorwärts konvex. Der Gelenkknorpel ist 0,5 bis 1 mm dick. Die Kapsel ist lateral schlaff und heftet sich in einiger Entfernung von den Knorpelrändern an, medial ist sie straff und dicht am Knorpel befestigt (Fick).

Vorderes Sprungbeingelenk und Fersen- und Würfelbeingelenk bilden zusammen das sogenannte Chopartsche Gelenk, Articulus tarsi transversus (s. unten).

### ε) Kahn-Keilbeingelenk, Articulatio cuneo-navicularis.

Man kann unter diesem Namen folgende Gelenkspalten zusammenfassen: 1. Das Gelenk, in welchem die vordere Fläche des Kahnbeines mit den hinteren Flächen der drei Keilbeine artikuliert, 2. die Gelenke, mit welchen die Seitenflächen der drei Keilbeine unter sich artikulieren, 3. die Gelenke, welche die mediale Seite des Würfelbeines mit den angrenzenden Flächen des Kahnbeines und des dritten Keilbeines in Verbindung setzen. Diese Vielheit von Gelenken miteinander zu vereinigen, ist deshalb berechtigt, weil sie von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen, ohne Abgrenzung miteinander zusammenzuhängen pflegen (*250*). Man kann mit Henle sagen, daß sie eine spaltförmige Höhle bilden, welche im wesentlichen frontal gestellt ist, die aber drei sagittale Ausbuchtungen hat, von welchen zwei nach vorn zwischen die Keilbeine, die dritte nach vorn und zugleich um den lateralen Rand des Kahnbeines nach hinten längs der medialen Gelenkfläche des Würfelbeines sich erstrecken.

Die Form der Gelenkflächen ist von der Beschreibung der Knochen bekannt. Der Knorpelüberzug derselben ist 0,5—1,5 mm dick; die Kapsel setzt sich dicht an den Rändern der Gelenkflächen an. Fettfalten gleichen Inkongruenzen aus.

### ζ) Fußwurzel-Mittelfußgelenke, Articulationes tarso-metatarseae[2]) und Mittelfußgelenke, Articulationes intermetatarseae.

Der Mittelfußknochen der großen Zehe ist in der Regel mit dem ersten Keilbein durch ein ringsum abgeschlossenes Gelenk verbunden. Ein zweiter Gelenkraum umfaßt

---

[1]) Ligamentum cartilagineum.

[2]) Lisfrancsches Gelenk (s. unten).

die Artikulationen zwischen zweitem und drittem Keilbein und den gleichen Mittelfußknochen (*250*). Er ist jedoch nicht ganz abgeschlossen, sondern steht nach hinten fast immer mit dem Gelenkspalt zwischen erstem und zweitem Keilbein und dadurch mit der Gesamtheit der Spalten des Kahn-Keilbeingelenkes in offener Verbindung. Nach vorne erstreckt sich der Gelenkraum meist ohne Grenze in die Intermetatarsalgelenke zwischen zweitem und drittem, drittem und viertem Mittelfußknochen hinein. Der dritte Gelenkraum umfaßt die Verbindung zwischen Würfelbein und dem vierten und fünften Mittelfußknochen. Die Gelenkspalte besitzt gegen das Intermetatarsalgelenk zwischen viertem und fünftem Mittelfußknochen keine Abgrenzung.

Gelenkflächen, ihre Überknorpelung und die Kapsel wie beim Kahn-Keilbeingelenk.

Varietäten der unter $\delta$, $\varepsilon$ und $\zeta$ genannten Gelenke werden vielfach beobachtet. Es können sonst vorhandene Scheidewände zwischen zwei Gelenken fehlen, es können an sonst ungewöhnlichen Stellen Abschlüsse vorhanden sein. Barkow sagt, wenn alle Kommunikationen, welche beobachtet worden sind, an einem Fuße zusammen vorkämen, so würden sämtliche Gelenkhöhlen miteinander vereinigt sein; wären umgekehrt alle beobachteten Scheidewände an einem und demselben Fuß vorhanden, dann stiege die Zahl der Gelenkhöhlen auf neun.

Die praktischen Bedürfnisse der Chirurgen haben Veranlassung gegeben, zwei Gelenklinien mit besonderen Namen zu bezeichnen (*250*). Articulatio tarsi transversa, Chopartsches Gelenk, nennt man die Linie, welche die hintere Gruppe der Fußwurzelknochen, bestehend aus Sprungbein und Fersenbein, von der vorderen trennt. Sie umfaßt das vordere Sprungbeingelenk und das Fersenbein-Würfelbeingelenk. Dieselben haben funktionell nichts miteinander zu tun, besitzen auch getrennte Kapseln, liegen aber in einer Ebene, welche es erlaubt, in ihr Amputationen vorzunehmen. Die Linie ist leicht S-förmig gebogen, indem die Artikulationsebene des vorderen Sprungbeingelenkes nach vorn konvex, die der Articulatio calcaneo-cuboidea nach vorne konkav gekrümmt ist. Man kann sich über die Lage des Chopartschen Gelenkes in der Art am Lebenden orientieren, daß man einerseits die Tuberositas ossis navicularis, andererseits die Tuberositas ossis metatarsi V. herausfühlt. Nahe hinter der ersteren findet man den medialen Anfang der Spalte, etwa 2 cm hinter der letzteren das laterale Ende.

Als Lisfrancsches Gelenk wird von den Chirurgen die Articulatio tarsometatarsea bezeichnet. Für eine Operation ist der Verlauf der Gelenkspalte nicht bequem; sie zeigt einen mehrfach gebrochenen Verlauf, indem das erste und dritte Keilbein vorspringt, während das zweite Keilbein und das Würfelbein zurücktritt. Der Operateur hat also die vorspringenden Knochenenden zu umgehen, um die Abtrennung der Metatarsalknochen ausführen zu können. Das laterale Ende der Spalte beginnt dicht hinter der Tuberositas ossis metatarsi V., ist also leicht festzustellen, das mediale Ende liegt 3—4 cm distalwärts von der Tuberosität des Kahnbeines.

### $\eta$) Haft- und Unterstützungsbänder der Fußwurzel.

Sie haben erstens den Fuß fest und sicher mit dem Unterschenkel zusammenzuhalten, sie haben zweitens die einzelnen Elemente der Fußwurzel so fest miteinander zu verbinden, daß ein Auseinanderweichen derselben bei der Belastung verhindert wird und haben sich drittens an der Aufrechterhaltung der Gewölbeform des ganzen Fußes zu beteiligen. Diese Tätigkeiten bedingen eine ganz bedeutende Stärke der hauptsächlich beanspruchten Bänderzüge; trotzdem aber reichen sie, besonders für die letztgenannte Funktion nicht vollständig aus, sondern müssen noch durch die Wirkung von Muskeln und deren Sehnen unterstützt werden. Wenn auch eine scharfe Trennung

nicht möglich ist, so lassen sich doch im großen und ganzen vier Gruppen unterscheiden und zwar 1. die Bänder zwischen Unterschenkel und Fuß; 2. die Bänder am hinteren Teil der Fußwurzel, welcher bewegliche Gelenke besitzt, 3. die Bänder, welche hinteren und vorderen Teil des Fußes miteinander verbinden, und 4. die Bänder des vorderen Teiles der Fußwurzel, dessen Gelenke Amphiarthrosen sind. In den einzelnen Gruppen sind die Bänder nicht immer so scharf voneinander geschieden, daß kein Zweifel über ihre Abgrenzung bestehen kann, was Veranlassung zu manchen Verschiedenheiten in den Beschreibungen der einzelnen Autoren gegeben hat.

### 1. Bänder zwischen Unterschenkel und Fuß.

Den Bandapparat der tibialen Seite faßt man seiner dreiseitigen Form wegen unter dem Namen Ligamentum deltoideum[1]) (*254*) zusammen. Er erstreckt sich vom medialen Knöchel aus, fächerförmig ausstrahlend, sowohl zum Sprungbein und über dasselbe hinaus bis zum Kahnbein, als auch zum Fersenbein. Seine einzelnen Züge sind mehr oder minder deutlich voneinander getrennt und werden mit besonderen Namen belegt. Der vordere Teil ist das Ligamentum tibio-talo-naviculare (Fick). Entspringt vom vorderen Rand und der Spitze des medialen Knöchels. Seine oberflächlichen Fasern[2]) erreichen das Kahnbein, die tieferen[3]), oft durch eingeschobenes Fett von den oberflächlichen getrennt, inserieren sich hinter der abgerundeten Spitze der vorderen Gelenkfläche des Sprungbeines. Das Band ist mit der Kapsel untrennbar verwachsen. Der mittlere Teil, Ligamentum calcaneo-tibiale[4]), ist sehr kräftig; es verläuft vom medialen Knöchel fast vertikal zum Sustentaculum tali. Von der Kapsel ist es unabhängig. Der hintere Teil, Ligamentum talotibiale posterius (*253*), ist der stärkste, ein kurzer Strang, welcher von dem hinteren Teil des medialen Knöchels entspringt und schräg rückwärts zum Sprungbein zieht, wo er sich neben dem medialen Höcker des Processus posterior tali anheftet.

Der Bandapparat der fibularen Seite (*255*) zerfällt in drei Bänder, welche stets voneinander ganz unabhängig sind. Das vordere Band, Ligamentum talofibulare anterius, ist nicht allzu kräftig. Es verläuft vom vorderen Rand des lateralen Knöchels vorwärts zum Rand der hinteren Gelenkfläche des Sprungbeines; es ist mit der Kapsel verwachsen. Das mittlere Band, Ligamentum calcaneo-fibulare, ist dick und plattzylindrisch. Es entspringt von der Vorderseite des lateralen Knöchels bis gegen dessen Spitze herab und geht schräg rückwärts zur Seitenfläche des Fersenbeines. Das hintere Band, Ligamentum talo-fibulare posterius (*253*), ist abgeplattet und zeigt sich als der stärkste der lateralen Bänderzüge. Es entspringt aus einer Grube des Wadenbeines hinter dessen Knöchelgelenkfläche und verläuft in fast querer Richtung medianwärts zur Rückseite des Sprungbeines, wo es sich bis an den Processus posterior hin anheftet. Es ist mit der Kapsel des Knöchel- und hinteren Sprungbeingelenkes verwachsen.

### 2. Bänder am hinteren Teile der Fußwurzel.

Die von Sprungbein und Fersenbein gebildete Gruppe der Fußwurzelknochen wird durch einen eigenen Bandapparat fest verbunden; derselbe schützt und umgibt das hintere Sprungbeingelenk von allen vier Seiten. Das stärkste von allen ist das

---

[1]) Lig. collaterale mediale. Lig. laterale internum.
[2]) Ligamentum tibionaviculare.
[3]) Ligamentum talo-tibiale anter.
[4]) Ligamentum trapezium.

Ligamentum talocalcaneum interosseum [1]) (*255*). Man versteht unter diesem Namen die Bandmasse, welche den Sinus und Canalis tarsi ausfüllt. Es besteht aus mehreren platten Faserzügen, welche durch Fett und lockeres Bindegewebe voneinander getrennt sind. An der Rückwand des Sinus tarsi, von dem oben genannten Band öfters durch einen Schleimbeutel, Bursa sinus tarsi, geschieden, liegt unmittelbar auf der Kapsel das vordere Band, Ligamentum talocalcaneum anterius (*255*), es ist platt und verbindet die Ränder der Gelenkflächen beider Knochen miteinander. Das Band der lateralen Seite, Ligamentum talocalcaneum laterale, geht vom lateralen Rand der Knöchelgelenkfläche und vom Processus lateralis des Sprungbeines zur Seitenfläche des Fersenbeines dicht unter dem Rand von dessen oberer Gelenkfläche. Von dem benachbarten Ligamentum calcaneo-fibulare ist es nicht immer deutlich zu isolieren; gedeckt wird es vom M. extensor digitorum brevis. Sind die lateralen Knöchelbänder stark, dann ist das Ligamentum talocalcaneum laterale schwach und umgekehrt. Das hintere Band, Ligamentum talocalcaneum posterius (*253*), entspringt vom Tuberculum laterale des Processus posterior tali und inseriert sich fächerförmig ausgebreitet oder in zwei Zipfel gespalten an der oberen und medialen Seite des Fersenbeines. Das mediale Band, Ligamentum talocalcaneum mediale [2]), ist ein schmaler Bandstreifen, welcher in fast horizontalem Verlauf das Tuberculum mediale des Processus posterior tali mit dem hinteren Rand des Sustentaculum tali des Fersenbeines verbindet (Henle) [3]).

### 3. Bänder zwischen hinterem und vorderem Teil des Fußes.

Die Gruppe der beiden hinteren Fußwurzelknochen ist mit der Gruppe der vorderen durch sehr kräftige und feste Bänder verbunden; dieselben haben demnach die Funktion das Chopartsche Gelenk zu sichern. Auf dem Fußrücken ist, wenn man von der medialen Seite her beginnt, zuerst das Ligamentum calcaneonaviculare dorsale zu nennen, welches oft von den Fasern des Ligamentum deltoideum verdeckt wird, dann folgt das Ligamentum talonaviculare dorsale (*254, 256*), welches vom Hals des Sprungbeines dicht an dem Kapselansatz des Knöchelgelenkes entspringt und zum Rücken des Kahnbeines hingeht. Seine Fasern konvergieren meist, so daß sein Ansatz verschmälert erscheint. Lateral von ihm folgt das Ligamentum bifurcatum (*255*), ein besonders starkes und wichtiges Band. Es entspringt von der vorderen und medialen Ecke des Fersenbeines und teilt sich in zwei Züge; der eine, Pars calcaneo-navicularis, geht zur hinteren lateralen Ecke des Kahnbeines, der andere, Pars calcaneo-cuboidea, zur Rückenfläche des Würfelbeines. Der erstere Teil stellt eine dicke, vertikal stehende Platte dar, welche fast bis zur Sohle herabreicht. Von oben her übersieht man nur die obere Kante des Bandes, und ist das Messer bei der Trennung nicht weit genug in die Tiefe gedrungen, dann ist es nicht möglich, den vorderen Teil des Fußes vom hinteren zu lösen [4]). Noch weiter seitlich folgt endlich das Ligamentum calcaneocuboideum dorsale (*256*), ein platter Bänderzug, welcher vom Rücken des Fersenbeines zu dem des Würfelbeines verläuft.

Geht man an der Sohle von der lateralen Seite aus, dann trifft man zuerst auf das Ligamentum plantare longum [5]) (*258*). Dasselbe ist das längste Band der

[1]) Massa ligamentosa.

[2]) In Fig. *253* unter dem Lig. talotib. post. versteckt.

[3]) Ligamentum talo-calcaneum superficiale horizontale (Fick).

[4]) Daher der Name „Schlüssel des Chopartschen Gelenkes", welcher für das Lig. bifurcatum zuweilen gebraucht wird.

[5]) Ligamentum calcaneo-cuboideum longum. L. laciniatum. L. cuboideo-metatarseum longum.

Sohle und ganz außerordentlich stark. Es entspringt von der ganzen Sohlenfläche des Fersenbeines und besteht aus zwei Schichten. Die oberflächliche läuft über die Sehne des M. peronaeus longus hinweg und erreicht mit mehreren Zipfeln die Basen einer wechselnden Zahl von Metatarsalknochen; die tiefere Schichte ist kürzer, sie erstreckt sich nur bis zur Tuberosität des Würfelbeines. Unter dem medialen Rand dieses Bandes kommen die sehr kräftigen Züge eines anderen, schräg medial und vorwärts ziehenden Bandes, Ligamentum calcaneocuboideum plantare (*258, 259*), zum Vorschein, welches man aber erst vollständig übersieht, wenn man das Ligamentum plantare longum entfernt hat. Wie der Name sagt, verbindet es Fersenbein und Würfelbein miteinander. An die mediale Seite dieses Bandes schließt sich das sehr starke Ligamentum calcaneonaviculare plantare (*259*) an, welches die Lücke zwischen Fersenbein und Kahnbein überbrückt. An seiner dem Inneren des vorderen Sprungbeingelenkes zugekehrten Seite trägt es die Fibrocartilago navicularis (S. 182), welche die Pfanne für den Sprungbeinkopf bilden hilft. Es ist breit und außerordentlich stark, oft über einen halben Centimeter dick. Vom vorderen Rand des Sustentaculum tali ab entspringt es am Rande des Fersenbeines und heftet sich an der medialen und unteren Seite des Kahnbeines an.

#### 4. Bänder am vorderen Teil der Fußwurzel.

Die dorsalen Bänder des vorderen Teiles der Fußwurzel bilden einen medialen und einen lateralen schief vorwärts laufenden Zug, welche sich teilweise durchkreuzen; sie lassen sich vom Sprungbein und Fersenbein bis zu den Metatarsalknochen hin verfolgen (H. v. Meyer 1886). Beide Züge werden durch die in sie eingeschalteten Knochen in eine Reihe von Einzelbändern zerlegt. Der mediale Zug beginnt am Sprungbein und zwar mit den obersten Fasern des bis zum Fußrücken hinauf sich erstreckenden Ligamentum calcaneonaviculare plantare. Vom vorderen Rande des Kahnbeines strahlen die Ligamenta naviculari-cuneiformia dorsalia (*255*) zu den drei Keilbeinen aus; ihre Richtung wird fortgesetzt von den Ligamenta tarsometatarsalia dorsalia des ersten bis vierten Mittelfußknochens. Der zum fünften Mittelfußknochen gehende Bänderzug beginnt mit dem Ligamentum cuboideonaviculare dorsale (*255, 256*) und setzt sich in das Tarsometatarsalband fort. Der laterale Bänderzug beginnt am Fersenbein mit dem Ligamentum calcaneocuboideum dorsale (S. 185) und setzt sich nach vorne fort in das Ligamentum cuneocuboideum dorsale (*255*), zwischen Würfelbein und drittem Keilbein und dann in das Tarsometatarsalband, welches von letzterem Knochen zum Metatarsalknochen der zweiten Zehe gelangt.

Außer diesen longitudinal verlaufenden Bänderzügen findet man auch quere, und zwar weiter proximal die Ligamenta intercuneiformia dorsalia, welche die drei Keilbeine verbinden und das Ligamentum cuneocuboideum interosseum dorsale (*255*), welches das dritte Keilbein mit dem Würfelbein zusammenhält. Weiter distal sind es die Ligamenta basium ossium metatarsalium[1]) dorsalia (*255, 256*), welche sich ganz ähnlich den gleichnamigen Bändern der Hand verhalten.

An der Sohlenfläche der distalen Fußwurzelabteilung wird der Verlauf der Bänder dadurch kompliziert, daß mit ihnen Muskelfasern und deren Scheiden stellenweise so eng verflochten und verbunden sind, daß eine reinliche Trennung nur künstlich gelingt. Gedeckt von der oberflächlichen Schichte des Ligamentum plantare longum

[1]) Ligamenta intermetatarsea interossea.

geht die Sehne des M. peronaeus longus in eine Scheide eingeschlossen schräg vorwärts nach der Tuberosität des Mittelfußknochens der großen Zehe hin; die Sehne des M. tibialis posterior sendet von ihrem lateralen Rand kräftige Züge bis zum Mittelfußknochen der dritten Zehe. Entfernt man sie, so gut es geht, dann sieht man, daß das dritte Keilbein mit dem Kopfbein der Handwurzel insofern eine gewisse Analogie zeigt, als auch von ihm, wenn auch nicht so regelmäßig wie vom Kopfbein, Bänderzüge in radiärer Richtung nach allen Seiten ausstrahlen, welche es mit der ganzen Umgebung fest verbinden. Man unterscheidet ein Ligamentum naviculari-cuneiforme plantare und ein Ligamentum cuneocuboideum plantare, sowie auch Ligamenta tarsometatarsea plantaria (*259*). Die letzteren sind freilich keineswegs auf das dritte Keilbein beschränkt, nur ein laterales verbindet dasselbe mit dem fünften Mittelfußknochen, ein mediales verläuft vom ersten Keilbein zum dritten oder vierten Mittelfußknochen. Auch eine straffe Bandverbindung zwischen Kahnbein und Würfelbein, Ligamentum cuboideonaviculare, hat natürlich mit den Keilbeinen nichts zu tun.

Die meisten dieser Bänder verlaufen, wenn auch nicht quer, so doch schräg und dienen dazu, die Querverbindung der Fußwurzelknochen zu sichern; diesem Zweck dienen noch andere, zwar kurze, aber sehr kräftige Bänder, welche von der Sohle aus die einander zugewandten Flächen der Fußwurzelknochen miteinander verbinden. Es sind dies die Ligamenta intercuneiformia interossea und das Ligamentum cuneocuboideum interosseum (*260*). Sie reichen bis zu den gleichnamigen Bändern des Fußrückens in die Höhe. Ebenso wie am Fußrücken findet man auch an der Sohle die starken, querverlaufenden Ligamenta basium ossium metatarsalium plantaria (*258*, *259*), welchen sich die Lig. basium interossea anschließen. Die sehr feste Verbindung der Mittelfußknochen, welche durch die letztgenannten Bänder gegeben ist, erstreckt sich medial nicht bis zum Metatarsus hallucis, sondern das Zwischenknochenband endigt dort am ersten Keilbein, so daß hier ein Ligamentum cuneo-metatarsale interosseum zu verzeichnen ist. Die große Zehe wird dadurch in ihren Bewegungen freier, wie die übrigen.

Die Bewegungen, welche die Teile des Fußes von den Unterschenkelknochen bis zu den Mittelfußknochen ausführen können, sind einfachere, wie die der Hand. Im Knöchelgelenk ist nur eine reine Winkelbewegung möglich; bei gesenktem Fuß ist die Festigkeit des Gelenkes eine geringere, da dabei der schmalere hintere Teil der Talusrolle in die von den beiden Unterschenkelknochen gebildete Gabel tritt. Hinteres und vorderes Sprungbeingelenk nebst der Articulatio calcaneo-cuboidea wirken stets zusammen, sie heben abwechselnd den medialen Fußrand (Supination) und den lateralen (Pronation) und führen zu gleicher Zeit die Fußspitze medianwärts oder lateralwärts (Adduktion und Abduktion). Supination und Adduktion einerseits, Pronation und Abduktion andererseits können nicht voneinander getrennt werden, sie verlaufen stets miteinander. Kombiniert sich die Tätigkeit des hinteren und vorderen Sprunggelenkes mit der des Knöchelgelenkes, dann sind die Bewegungen immerhin ziemlich mannigfaltig.

Die übrigen Gelenke der Fußwurzel bis zu den Basen der Mittelfußknochen einschließlich sind Amphiarthrosen mit nur unbedeutender Beweglichkeit. Es handelt sich im wesentlichen um ein geringes Gleiten der Gelenkflächen aneinander, doch kann dadurch immerhin die Form des Fußes beeinflußt werden und man kann sagen, daß ihnen dieser seine Elastizität verdankt. Von den Tarsometatarsalgelenken ist

das dritte am wenigsten beweglich, die lateral von ihm gelegenen Metatarsalknochen zeigen eine etwas größere Beweglichkeit, welche wesentlich in vertikaler Richtung möglich ist (H. v. Meyer 1886).

Gefäße und Nerven der vorstehend beschriebenen Gelenke und Bänder stammen aus denselben Quellen, wie diejenigen der von ihnen in Verbindung gesetzten Knochen.

Die Lage von Fußwurzel und Mittelfuß ist an der dorsalen Seite eine sehr freie, indem das Skelet dort nur von wenigen Weichteilen bedeckt ist. Die Haut ist sehr verschieblich; in dem lockeren und wenig fettreichen Unterhautbindegewebe liegen die Hautvenen und Hautnerven, dann folgt die Fascie, in welche in der Gegend des Knöchelgelenkes das Ligamentum cruciatum eingewebt ist; darunter kommen die Sehnen der Streckmuskeln, in drei Sehnenscheiden eingeschlossen. Unter ihnen liegen die dünnen M. extensores breves und dann gelangt man sogleich auf den dorsalen Bandapparat. Vor dem unteren Umfang des medialen Knöchels trifft man auf eine Vertiefung, den Eingang in den Sinus tarsi. Die tieferen Nerven und Gefäße des Fußrückens sind nicht stark, sie liegen auf dem Skelet. An der Hinterseite des Fußes tritt das Tuber calcanei als Ferse kräftig vor, ebenso über ihr die Achillessehne. Neben und vor dieser letzteren stößt man auf Fett, welches sich bis zu dem Knöchelgelenk und seinem Bandapparat in die Tiefe erstreckt. An der medialen Seite des Fußes ist der Knöchel leicht abzutasten; um ihn schlingen sich die Sehnen des M. tibialis posterior und des M. flexor digitorum longus, etwas tiefer liegt auch die Sehne des M. flexor hallucis longus. Auf der letzteren findet man die A. tibialis posterior, deren Puls man hinter und unter dem Knöchel fühlen kann; sie ist von ihren Venen und dem N. tibialis posterior begleitet. Weiter nach vorne ist auf der Grenze zwischen Seitenwand und Sohle die Tuberositas ossis navicularis deutlich zu fühlen. An der lateralen Seite verlaufen um den lateralen Knöchel die Sehnen der Mm. peronaeus brevis und longus und weiter rückwärts Nerven und Gefäße, welche weniger bedeutend sind, wie medial. Weiter vorne stößt man auf die deutlich fühlbare Tuberositas ossis metatarsalis V.

Die Sohle ist von einem so dicken Weichteillager bedeckt, daß es nicht gelingt, dort etwas vom Skelet durchzutasten. Unter der dicken Haut und dem ebenfalls dicken und sehr elastischen Subcutanpolster folgt die sehr starke Plantaraponeurose, welche neben ihren anderen Funktionen auch für die Aufrechterhaltung der Längswölbung von Bedeutung ist. Unter ihr liegt ein dickes, aus Muskel und Sehnen bestehendes Polster, in welches die Nerven und Gefäße eingeschlossen sind. Ganz in der Tiefe auf den Knochen liegt der Arterienbogen, welcher dem tiefen Bogen der Hohlhand analog ist.

### l) Mittelfuß-Zehengelenke, Articulationes metatarso-phalangeae.

Die Gelenkköpfchen der vier lateralen Mittelfußknochen (*252*) erstrecken sich nach der plantaren Seite weiter, als nach der dorsalen. Ihre Krümmung ist nicht ganz regelmäßig kugelig, indem der plantare Teil einen Krümmungsradius von 10 mm, der dorsale einen solchen von 5 mm besitzt. Bei der Beugung der Zehen, wo die Pfanne auf den plantaren Teil des Köpfchens tritt, entstehen deshalb Inkongruenzen, welche durch Synovialfalten oder nur durch Synovia ausgeglichen werden. Die Dicke des Gelenkknorpels schwankt zwischen 1,0 und 0,5 mm. Die Kapseln sind schlaff und an der Dorsalseite sehr innig mit den darüber hinziehenden Strecksehnen verwachsen. Die Ligamenta transversa (*261*) verhalten sich genau wie an den Fingern der Hand,

ebenso die starken Ligamenta collateralia, von welchen das fibulare das stärkere zu sein pflegt.

Die Gelenkflächen des Mittelfußzehengelenkes der großen Zehe sind absolut und relativ breiter als die der übrigen Zehen. Die plantare Seite seiner Kapsel ist besonders stark und kräftig, sie enthält die beiden großen Sesambeine. Dieselben sind sattelförmig gekrümmt, konkav im sagittalen, konvex im transversalen Durchmesser. Daß sie durch eine Firste der Gelenkfläche des Mittelfußknochens voneinander getrennt sind, wurde oben (S. 179) bereits mitgeteilt. Die Sesambeine werden durch ein starkes Ligamentum accessorium plantare (*261*) verbunden, so daß eine höchst widerstandskräftige Gelenkpfanne entsteht. Die Außenseite der Kapsel wird durch die zwischen den Sesambeinen hinlaufende Sehne des langen Beugers der großen Zehe rinnenförmig eingedrückt.

### m) Zehengelenke, Articulationes digitorum pedis.

Die Einrichtung derselben ist ganz die gleiche, wie die der Fingergelenke, nur ist das Relief der Gelenkflächen weniger scharf herausgearbeitet (*261*).

Die Zehen berühren bei ruhigem Stehen den Boden nicht; sie haben nur bei der Ausführung des Schrittes den Fuß abzustoßen, was freilich für die Freiheit und Elastizität des Ganges von großer Bedeutung ist. Dabei berührt jedoch nicht ihre ganze plantare Fläche, sondern nur ihre Spitze den Boden, da sie krallenartig gekrümmt sind (*252*). Nur die große Zehe macht eine Ausnahme, sie liegt beim Abwickeln des Fußes mit ihrer ganzen Plantarfläche dem Boden auf.

### n) Der Fuß im ganzen.

Wie sehr sich der ganze Aufbau des Fußes von dem der Hand unterscheidet, wurde schon oben (S. 174) erwähnt. Seine Stabilität und Tragfähigkeit erklärt sich dadurch, daß er nach Art eines halben, eines sogenannten Nischengewölbes konstruiert ist. Dasselbe entsteht dadurch, daß sich ähnlich zwei Stäben eines Fächers der Großzehenstrahl (S. 175) hinten auf den Kleinzehenstrahl legt, während die vorderen Teile der beiden Längsabteilungen nebeneinander liegen. Auf der Großzehenseite entsteht so ein hochgewölbter Bogen, während auf der Kleinzehenseite nur ein ganz flacher vorhanden ist. Beide Bogen besitzen ihre Fußpunkte hinten in der Ferse, vorne in den Köpfchen der Metatarsalknochen. Der Großzehenbogen beginnt in der medialen Hälfte des Tuber calcanei; von dort steigt er in das Sprungbein auf, in dessen Rolle sein Gipfel liegt. Sein vorderer Teil geht durch das Kahnbein auf die drei Keilbeine und dann auf die an diesen befestigten Mittelfußknochen über. Der flache Kleinzehenbogen hat mit dem Sprungbein nichts zu tun; dieses besitzt für ihn nur den Wert eines Zwischenstückes, welches den vom Unterschenkel ausgeübten Druck auf den Bogen überträgt. Von seinem Anfang im lateralen Teil des Tuber calcanei erhebt er sich zu seinem Gipfelpunkt in der Gelenkfläche des Fersenbeines für das hintere Sprunggelenk; von dort senkt er sich in flachem Verlauf durch das Würfelbein zu den beiden letzten Mittelfußknochen.

Fick (1911) zieht es vor, die Längswölbung des Fußes in fünf einzelne Gewölbebögen, entsprechend den fünf Mittelfußknochen, zu zerlegen, welche nach hinten in dem Fersenhöcker konvergieren. „Die Körperlast drückt vermittelst des Sprungbeines auf das mit seinem Vorderteil schräg aufgerichtete Fersenbein und sucht dieses niederzudrücken. Das vorn erhobene Fersenbein wird aber nun oben von den fünf

nach hinten konvergierenden Gewölbebögen gestützt." „Die größte Stützkraft hat wohl der zweite Bogen, weil er ziemlich in der Mitte liegt und der höchste ist."

Außer der Längswölbung besitzt der Fuß auch eine Querwölbung. Dieselbe ist nur am vorderen Teil des Fußes gut ausgebildet, wo die Form und Verbindung der Keilbeine, des Würfelbeines, der Basen der Mittelfußknochen sie hervorbringen. Mit dem Tragen der Körperlast hat das quere Fußgewölbe direkt nichts zu tun (Fick).

Von großem Interesse ist es, daß sich die Struktur der Spongiosa der Fußwurzelknochen (*18*) vollkommen der Gewölbekonstruktion anschließt. Die Lamellen und Balken erstrecken sich in der Richtung der Längswölbungen durch die Knochen hindurch, unbekümmert um die Gelenke, als wenn nur solide Stücke vorhanden wären. Neben diesen leicht zu deutenden Zügen fehlen jedoch auch solche nicht, welche andere mechanische Aufgaben zu erfüllen haben, im Fersenbein wendet ein System seinen Gipfel sogar der Sohle zu. In den der Quere nach besonders fest verbundenen Knochen, den drei Keilbeinen und dem Würfelbein, bilden die quer verlaufenden Spongiosabälkchen eine genaue Fortsetzung der zwischen ihnen ausgespannten Bänder.

Durch die beschriebenen Bänder wird Zusammenhalt und Form des Fußes in ausgiebiger Weise versichert. Gleich beim Knöchelgelenk findet man den lateralen Bandapparat stärker ausgebildet, als den medialen, was einem Umknicken des Fußes entgegenwirkt. Das Gewölbe, welches der Fuß bildet, würde natürlich fester sein, wenn es aus einem Guß bestände, es wird aber durch die Zusammensetzung aus einer Anzahl von Stücken dem Fuß eine freiere Aktion gesichert, es kann auch die Belastung in viel weiteren Grenzen variieren, als dies bei einem starren Gewölbe möglich sein würde. Um aber doch die nötige Festigkeit zu haben, werden die einzelnen Fußwurzelknochen durch den überaus kräftigen Bandapparat zusammengehalten, welcher oben beschrieben wurde. Außerdem sind die Wölbungen zu versichern und es sind überdies noch gewisse in der Anordnung der Teile des Skeletes liegende Unvollkommenheiten zu korrigieren. Dabei verlangen es die mechanischen Verhältnisse, daß die an der Sohle befindlichen Bänder die Hauptarbeit leisten, weshalb auch sie erheblich stärker sind als die des Fußrückens. Der flache Bogen der Kleinzehenseite bedarf keiner komplizierten Einrichtung, dort vermag der kräftige, sagittale Zug des Ligamentum plantare longum alles zu leisten, was verlangt wird. Der höher gespannte Bogen der Großzehenseite aber bedarf eines komplizierteren Bandapparates, dort ist auch das Sprungbein, welches doch gerade den Schlußstein des Bogens bildet und die Belastung zu allererst aufzunehmen hat, in zweierlei Art gefährdet. Erstens steht es nicht über der Mitte des Fußes und ist somit in gewisser Gefahr, nach der medialen Seite hin abzugleiten und zweitens wird ein großer Teil seines Kopfes nicht durch eine knöcherne Pfanne unterstützt, was ihn in die Gefahr bringt, zwischen Sustentaculum tali und Kahnbein sohlenwärts durchzurutschen. Ersteres wird durch die gewaltigen Bandmassen abgewendet, welche Sinus und Canalis tarsi ausfüllen, letzteres durch das sehr starke Ligamentum calcaneo-naviculare, welches den Kopf des Sprungbeines unterstützt. Die Wirkung beider Bänder wird durch den Verlauf und den Ansatz der Sehne des M. tibialis posterior vervollständigt.

Was die Querwölbung anlangt, so hat die Beschreibung sehr zahlreiche und starke Bänder kennen gelehrt, welche diesem Zwecke dienen; sie werden in ausgezeichneter Weise ergänzt durch den Verlauf der Sehne des M. peronaeus longus, welche schief durch die Sohle bis zum Mittelfußknochen der großen Zehe verläuft und ihn auf diese Art dem der kleinen Zehe tunlichst nähert.

Die Form des ganzen Fußes wechselt in weiten individuellen Grenzen, das eine Mal ist er breit und kurz, das andere Mal schmal und lang, das eine Mal hoch gewölbt, das andere Mal flacher, ohne jedoch pathologisch zu sein. Ein hochgewölbter Fuß ist schöner, für seine Funktion auch besser geeignet, als ein flacher.

Altersunterschiede. Die Sohle des Fußes der Neugeborenen berührt den Boden nicht und es ist der laterale Fußrand gesenkt, der mediale gehoben; es erklärt sich dies dadurch, daß Sprungbein und Fersenbein noch eine andere Form zeigen, wie später. Die Rolle des Sprungbeines ist mehr lateralwärts gewendet, das Felsenbein steht steiler. Die Stellung der Flächen des hinteren Sprunggelenkes ist noch eine andere, wie später, das Sustentaculum tali ist geringer ausgebildet. Die Haltung der Zehen ist gestreckter, als später.

Praktische Bemerkungen. Der Fuß ist einer der Körperteile, welche am meisten unter künstlicher Verstümmelung zu leiden haben und es ist wahrhaft betrübend, daß man in unserer Zeit, in welcher anatomisch einwandfreies und auch gefällig aussehendes Schuhwerk wohl bekannt ist, keineswegs bis zu den chinesischen Frauen zu gehen braucht, um einer gänzlich irrationellen Fußbekleidung zu begegnen. Besonders ist es die nicht auszurottende Mode der spitzen Schuhe, welche die Zehen außerordentlich schädigt; die große Zehe wird im Mittelfußzehengelenk lateralwärts abgeknickt und eine der anderen Zehen, welche keinen Platz in dem zu engen Stiefel findet, meist die dritte, tritt aus der Reihe und legt sich über oder unter die benachbarten. Die hohen Absätze ferner haben schon manche leichtere und schwerere Läsion der Knöchelgegend herbeigeführt. Ein seitliches Umknicken des Fußes im Knöchelgelenk ist auch bei rationellem Schuhwerk leicht möglich, dabei ist eine Verletzung der Kapsel keineswegs ausgeschlossen, da die Bänder teilweise mit derselben eng zusammenhängen. Dehnen sich die Bänder stark, dann leidet nicht selten ihre Elastizität und sie bleiben verlängert, was wieder ein erneutes Umknicken erleichtert. Bei der großen Festigkeit der Knöchelbänder sieht man jedoch auch häufig, daß beim Umknicken eher der Knöchel abreißt, als sie. Bricht der mediale Knöchel ab und wird das Sprungbein mit Gewalt gegen die Fibula gedrängt, dann sieht man auch diese etwas oberhalb der Knöchelgegend brechen. Das Knöchelgelenk ist auch sonst vielfachen Läsionen ausgesetzt Bei Ergüssen dehnen sich die dünnsten und am wenigsten geschützten Stellen der Kapsel natürlich zuerst aus, in erster Linie am Fußrücken neben den Streckschnen, dann auch zwischen den Bändern der lateralen Seite und hinten. Auch in anderen Gelenken können natürlich Erkrankungen und Verletzungen Ergüsse veranlassen, deren Verbreitung wegen der sehr variablen Zusammenhänge der einzelnen Gelenkspalten untereinander ganz unberechenbar ist. Schwellungen bei Entzündung und Eiterung können erhebliche Dimensionen annehmen, machen sich jedoch fast ausnahmslos nur auf dem Fußrücken geltend, wo der Bandapparat dünn und die Weichteilbedeckung gering ist. Auch Durchbrüchen von Eiterherden setzt der Fußrücken geringeren Widerstand entgegen, als die stark versicherte Sohle.

Caries des Fußskeletes macht nicht selten Operationen nötig. Um zum Sprungbein vorzudringen, hat die Chirurgie eine große Anzahl von Methoden vorgeschlagen, man geht von vorne, von der Seite, von hinten her auf dasselbe ein, man schont Sehnen, Nerven und Gefäße, man durchschneidet sie rücksichtslos. Will man von der Seite her vordringen, dann hat man sich daran zu erinnern, daß der mediale Knöchel weniger weit herabreicht, als der laterale, daß aber in seiner unmittelbaren Nähe wichtige Gefäße und Nerven verlaufen. Wie man am leichtesten zu den anderen Fußwurzelknochen vordringt, geht aus ihrer oben geschilderten Lage hervor. Über die anatomischen Verhältnisse des Chopartschen und Lisfrancschen Gelenkes geben die obenstehenden Bemerkungen (S. 183) Aufschluß. Wenn auch Röntgenphotographien gerade hier am Fuß unschätzbare Dienste leisten können, so ist die alte chirurgische Regel noch nicht antiquiert, daß man sowohl bei Operationen wie bei der diagnostischen Beurteilung von Erkrankungen und Verletzungen stets ein montiertes Fußskelet zur Hand haben sollte, da es ohne ein solches recht schwierig sein kann, die topographischen Verhältnisse ganz richtig zu beurteilen.

Frakturen kommen natürlich an Fußwurzelknochen und Mittelfuß leicht zustande, es braucht ja nur ein schwerer Gegenstand auf den Fuß zu fallen. Das Fersenbein kann auch durch Fall auf die Füße zermalmt werden; das Sustentaculum tali kann abbrechen, die schlanken Mittelfußknochen brechen zuweilen schon durch geringe Gewalt, so z. B. beim Marschieren auf sehr hartem oder festgefrorenem Boden. Man hat sich beim Verdacht eines Bruches an der Fußwurzel davor zu hüten, im Röntgenbild einen überzähligen Tarsusknochen für ein abgebrochenes Stück zu halten, darf aber auch nicht in den entgegengesetzten Fehler verfallen.

Die Entstehung der verschiedenen Stellungsanomalien, wie Spitzfuß (Pes equinus), Hackenfuß (Pes calcaneus), Klumpfuß (Pes varus), Plattfuß (Pes valgus), ist nicht auf Einflüsse zurückzuführen, welche sich genauer an die Anatomie des Fußes anschließen, sondern auf pathologischen, intrauterinen Druck, auf Bildungsanomalien, auf eine zu starke Belastung des Fußes im Jünglingsalter, auf Knochenverletzungen u. a. m. Diese Einflüsse sind aber sehr geeignet, auf die einer Umbildung sehr geneigten Teile des Skeletes und seiner Verbindungen, ja selbst auf die an den Knochen angehefteten Muskeln einen unheilvollen Einfluß auszuüben. Die Knochen deformieren sich, die Bänder und Muskeln werden an der einen Stelle kürzer, an der anderen länger, Muskeln können auch verfetten. Betrachtet man z. B. einen Plattfuß, dann sieht man, wie der Kopf des Sprungbeines zwischen Sustentaculum tali und Schiffbein heruntergesunken ist, wie das Ligamentum calcaneo-naviculare und andere Sohlenbänder erschlafft und verlängert sind, bei hohen Graden des Leidens auch, wie die Mm. tibialis posterior und peronaeus longus verfettet sind. Wie außerordentlich die noch nicht verknöcherten Teile des Fußskeletes deformiert werden können, zeigen nebeneinander gestellte Abbildungen des Klumpfußes eines Neugeborenen neben denen eines normalen (Volkmann).

# Sachregister.


A.

Acetabulum 143.
Achsenskelet 3.
Acromion 108.
Agger nasi 68.
Ala magna, angulus parietalis 53.
— — facies infratemporalis 53.
— — facies orbitalis 53.
— — facies sphenomaxillaris 53.
— — margo frontalis 53.
— — margo squamosus 53.
— — margo zygomaticus 53.
— — spina angularis 53.
— ossis ilium 142.
Alae vomeris 70.
Angulus costae 36.
— ethmolacrimalis 73.
— infrasternalis 42.
— Ludovici 37, 43.
— mandibulae 82.
— pubis 149.
— sterni 37.
Anulus fibrosus 22.
— tympanicus 60.
Apertura externa aquaeductus vestibuli 56.
— — canaliculi cochleae 58.
— inferior canaliculi tympanici 57.
— pelvis inferior 149.
— — superior 149.
— piriformis 93.
— superior canaliculi tympanici 56.
— thoracis inferior 42.
— — superior 42.
Apex capituli fibulae 162.
— patellae 160.
Apophysis 6.
Aquaeductus vestibuli 58.
Arcus pubis 149.
— superciliaris 64.
— vertebrae 14.
— zygomaticus 59, 77.
Articulatio acromioclavicularis 111.
— atlanto-occipitalis 27.
— calcaneo-cuboidea 182.
— carpometacarpea 133.
— — pollicis 134.
— cochlearis 9.
— coxae 156.
— cubiti 120.
— cuneo-navicularis 182.
— elliptica 10.
— genus 163.
— humeri 116.
— humeroradialis 121.
— humeroulnaris 121.
— intercarpea 133.
— mandibularis 85.
— ossis pisiformis 134.
— petro-occipitalis 85.
— radiocarpea 132.
— radio-ulnaris distalis 125.
— — proximalis 121.
— sacroiliaca 146.
— sellaris 10.
— sphaerica 10.
— sternoclavicularis 111.
— talo-calcanea 181.
— talo-calcaneo-navicularis 181.
— talocruralis 180.
— tarsi transversa 183.
— tibio-fibularis 173.
— trochoides 9.
Articulationes atlanto-epistrophicae 27.
— capitulorum costarum 38.
— costotransversariae 38.
— digitorum manus 138.
— — pedis 189.
Articulationes intermetatarseae 182.
— metacarpophalangeae 137.
— metatarso-phalangeae 188.
— tarso-metatarseae 182.
Artikulationsebene 12.
Asterion 101.
Atlas 18.
Atmungstypus 44.
Augenhöhle 94.
Axis pelvis 149.

B.

Bänder zwischen Unterschenkel und Fuß 184.
Basis cranii 89.
— — externa 92.
— — interna 90.
— patellae 160.
Bathrocephalus 103.
Becken 148.
— Altersverschiedenheiten 151.
— -ausgang 149.
— -eingang 149.
— Geschlechtsverschiedenheiten 150.
— großes 148.
— kleines 149.
— Maße 150.
— Stellung 149.
Beugewirbel 14.
Brachycephalen 98.
Brachyprosopie 98.
Bregma 101.
Brustbein 37.
— Bänder am ventralen Teil der Rippen und des Brustbeines 40.
— Bandapparat 38.
Brustkorb, Altersunterschiede 43.

Brustkorb, Geschlechtsunterschiede 43.
— im ganzen 41.
Brustwirbel 15.
Bryantsches Dreieck 160.
Bulla ethmoidalis 68.
Bursa anserina 168.
— infrapatellaris profunda 168.
— m. gastrocnemii lateralis 167.
— — — medialis 167.
— — poplitei anterior 167.
— — — posterior 167.
— — semimembranosi 167.
— mucosa subscapularis 117.
— praepatellaris 167.
— semimembranosa propria 167.
— sinus tarsi 185.
— suprapatellaris 166.
Bursae synoviales 11.

## C.

Calcaneus 176.
Calvaria 89, 90.
Canaliculi carotico-tympanici 58.
Canaliculus cochleae 58.
— chordae tympani 58.
— mastoideus 57, 58.
— sphenoidalis 55.
Canales alveolares 72.
— basipharyngeus 54.
— caroticus 57, 58.
— carpi 135.
— condyloideus 48.
— craniopharyngeus 54.
— epicondyloideus 115.
— facialis 58.
— incisivus 75.
— infraorbitalis 73.
— mandibulae 83.
— musculi tensoris tympani 57.
— musculotubarius 57, 96.
— nasolacrimalis 73.
— nervi hypoglossi 48.
— obturatorius 146.
— palatini 80.
— pterygoideus (Vidii) 54.
— sacralis 21.
— tarsi 176.
— tubae auditivae 57.
— vertebralis 14.
— vomerobasilaris 70.
Capitulum costae 35.
— fibulae 162.
— humeri 114.
— mandibulae 83.
— radii 119.
— ulnae 119.
Capsula articularis 8, 9.
Capsulae articulares vertebrarum 25.
Caput femoris 153.
Caput humeri 113.
Cartilago costalis 35.
Cavum 6.
— auris 96.
— nasi 93.
— oris 96.
— tympani 96.
Cellulae ethmoidales 66, 67.
— mastoideae 59.
Chamaecephalen 98.
Chamaeprosopie 98.
Choanae 94.
Chopartsches Gelenk 182, 183.
Chorda obliqua antebrachii 125.
Cingulum extremitatis inferioris 141.
— — superioris 106.
Clinocephalus 103.
Circumferentia articularis radii 119.
— — ulnae 119.
Clavicula 109.
Clivus 48.
Collum costae 35.
— femoris 153.
— humeri (anatomicum) 113.
— — (chirurgicum) 114.
— mandibulae 83.
— radii 119.
— scapulae 107.
— tali 175.
Columna vertebralis 14, 31.
Conchae 66.
Concha inferior 69.
— media 67.
— sphenoidalis 52.
— superior 67.
— suprema 68.
Conjugatae pelvis 150.
Condyli femoris 154.
Condylus 9.
— occipitalis 48.
Cornua coccygea 21.
— sacralia 21.
Corpus costae 35.
— mandibulae 81.
Corpus sterni 37.
— vertebrae 14.
Costae 35.
— fluctuantes 35.
— spuriae 35.
— verae 35.
Craniologie 89.
Cranium 46.
Cribra cranii 103.
Crista 6.
— buccinatoria 82.
— capituli costae 35.
— colli costae 35.
— conchalis 74, 80.
— ethmoidalis 74, 80.
— frontalis 63.
— galli 67.
— iliaca 141.
— incisiva 75.
— infratemporalis 53.
— interossea 119.
— intertrochanterica 153.
— lacrimalis 73.
— — posterior 70.
— nasalis 75, 79.
— obturatoria 144.
— occipitalis externa 49.
— — interna 50.
— sacralis media 21.
— supramastoidea 59.
— tuberculi majoris 114.
— — minoris 114.
Cristae sacrales articulares 21.
— — laterales 21.
Cubitus valgus 121.

## D.

Darmbein 142.
Darmbeingrube 142.
Darmbeinkamm 141.
Darmbeinschaufel 142.
Darmbeinstachel 142.
Diarthrosis 8.
Diploe 6.
Discus articularis 11, 63.
Dolichocephalen 98.
Dolichoprosopie 98.
Dornfortsatz 15.
Dorsum nasi 93.
— sellae 51.
Dreher 18.
Drehwirbel 18.
Dura mater 99.
Dyostosis cleidocranialis 110.

E.

Eigelenk 10.
Ellbogengelenk 120.
Elle 119.
Eminentia arcuata 56.
— cruciata 49.
— iliopectinea 142.
— intercondyloidea 161.
Enarthrosis 10, 156.
Epicondyli femoris 154.
Epicondylus humeri lateralis 115.
— — medialis 115.
Epistropheus 18.
Erbsenbein 128.
Extremitas inferior 141.
— superior 106.
Extremitates 105.

F.

Facies articularis atlantis 19.
— — epistrophei posterior 19.
— — fibularis 161.
— — inferior atlantis 14.
— — malleolaris 162.
— auricularis 21, 142, 143.
— lunata 144.
— patellaris 154.
— symphyseos 142.
Felsenbein 55.
Femur 153.
Fersenbein 176.
Fersen-Würfelbeingelenk 182.
Fibrocartilagines intervertebrales 22.
Fibrocartilago 8.
— navicularis 182.
Fibula 162.
Fingergelenke 138.
Fingerknochen 130.
Fissura petrosquamosa 56, 57.
— petrotympanica 57
— tympanico-mastoidea 59.
Flügelfortsatz 53.
Flügelgaumengrube 97.
Fontanellen 63, 100, 101.
Fontanellknochen 103.
Fonticuli 63, 101.
Foramen caecum 63.
— costotransversarium 35.
— incisivum 75.
— infraorbitale 72.
— intervertebrale 13, 15.
— ischiadicum majus 148.
— — minus 148.
Foramen lacerum 91.
— mandibulare 82.
— obturatum 144.
— occipitale magnum 47.
— opticum 52.
— ovale 53.
— palatinum majus 80.
— parietale 62.
— rotundum 52.
— sinuum sphenoidalium 52.
— sphenopalatinum 80.
— spinosum 52.
— stylomastoideum 57, 58.
— transversarium 11, 17.
— vertebrale 14.
— zygomatico-faciale 78.
— — -orbitale 78.
— — -temporale 78.
Foramina alveolaria 72.
— ethmoidalia 67.
— mastoidea 58.
— nasalia 71.
— palatina minora 80.
— sacralia 20.
Fossa 6.
— acetabuli 144.
— canina 72.
— condyloidea 49.
— coronoidea 114.
— cranii anterior 90.
— — media 90.
— — posterior 90.
— digastrica 82.
— glandulae lacrimalis 64.
— glenoidalis 9.
— hypophyseos 51.
— iliaca 142.
— infraspinata 107.
— infratemporalis 97.
— intercondyloidea 154, 161.
— jugularis 57.
— mandibularis 59.
— olecrani 114.
— poplitea 171.
— pterygoidea 54.
— pterygopalatina 97.
— radialis 114.
— sacci lacrimalis 70, 73.
— scaphoidea 54.
— subarcuata 56, 61.
— subscapularis 107.
— supra meatum 60.
— supraspinata 107.
— temporalis 97.
— trochanterica 153.
Fossae mentales 81.
Fossula petrosa 57.
Fovea 6.
Fovea costalis inferior 15.
— — processus transversi 16.
— — superior 15.
— pterygoidea 83.
— trochlearis 64.
Freie Extremität 113.
Frons 90.
Führungslinie 149.
Fuß, Bänder zwischen hinterem und vorderem Teil 185.
— im ganzen 189.
— Pronation 187.
— Sesambeine 179.
— Supination 187.
Fußwurzel, Bänder am hinteren Teil 184.
— Bänder am vorderen Teil 186.
— Gelenke und Bänder 180.
— Haft- und Unterstützungsbänder 183.
Fußwurzelknochen 175.
Fußwurzel-Mittelfußgelenke 182.

G.

Gaumenbein 79.
Gaumenspalte 76.
Gehörgang, äußerer 60.
Gelenk 8.
— einfaches 9.
— straffes 9.
— zusammengesetztes 9.
Gelenke, Bau 11.
— bewegliche 9.
— straffe 9.
Gelenkenden, Formen 8.
Gelenkfortsätze 15.
Gelenkhöhle 12.
Gelenkkapseln 8, 10.
Gelenkkopf 9.
Gelenklippen 11.
Gelenkpfanne 9.
Gelenkschmiere 12.
Genu recurvatum 172.
— valgum 172.
— varum 172.
Gesichtsschädel 88, 92.
Ginglymus 9.
Glabella 64.
Gliedmaßen 105.
Griffelfortsatz 57.
Großes vieleckiges Bein 128.
Gürtel der oberen Extremität 106.
— der unteren Extremität 141.

H.

Hackenfuß 192.
Hahnenkamm 67.
Hakenbein 128.
Halbgelenk 8.
Halswirbel 16.
Hamulus lacrimalis 70.
— pterygoideus 54.
Hand im ganzen 139.
— Knochen 126.
Handwurzel, Gelenke und Bänder 131.
— Haftbänder 134.
Handwurzelknochen 126.
Harmonia 7, 100.
Hasenscharte 76.
Hautskelet 3.
Hiatus canalis facialis 56.
— maxillaris 73.
— sacralis 21.
— semilunaris 68.
Hilfsbänder 10, 11.
Hinterhaupt 90.
Hinterhauptsbein 47.
— Basalteil 47.
— Schuppe 49.
— Seitenteile 48.
Hirnschädel 88, 89.
Hüftbein 141.
Hüftbeine, Bänder 145.
Hüftgelenk 156.
Hüftgelenksluxation, angeborene 145.
Humerus 113.
Hypsicephalen 98.

I.

Impressio 6.
— trigemini 56.
Impressiones digitatae 90.
Incisura 6.
— acetabuli 144.
— fibularis 161.
— ischiadica 142.
— jugularis 48, 56.
— lacrimalis 73.
— mandibulae 82.
— mastoidea 59.
— parietalis 59.
— radialis ulnae 119.
— sacro-ischiadica 148.
— scapulae 107.
— semilunaris ulnae 119.
— sphenopalatina 80.
— supraorbitalis 64.
Incisura ulnaris radii 120.
— vertebralis 14.
Indices 99.
Infundibulum 68.

J.

Jochbogen 59, 77.
Jochfortsatz 59.
Juga alveolaria 74.
— — mandibulae 81.
— cerebralia 90.

K.

Kahnbein 127, 177.
Kahn-Keilbeingelenk 182.
Kapselspanner 10.
Keilbein 51.
— großer Flügel 52.
— kleiner Flügel 52.
— Körper 51.
Keilbeine 177.
Kiefergelenk 85.
Kinnbildung 83.
Kleines vieleckiges Bein 128.
Klumpfuß 192.
Kniegelenk 163.
— Bewegungen 169.
Kniekehle 171.
Kniescheibe 160.
Knöchelgelenk 180.
Knochen, Architektur 6.
— ausgebildeter 4.
— des Fußes 174.
— Dornen 6.
— Eindrücke 6.
— Einschnitte 6.
— Elastizität 6.
— Entstehung 3.
— Festigkeit 6.
— Firsten 6.
— Fortsätze 6.
— Furchen 6.
— Fuge 8.
— Gruben 6.
— Höcker 6.
— Höhlungen 6.
— Material 3.
— Nähte 7.
— Rauhigkeiten 6.
— Regeneration 4.
Knochenstruktur 99.
Knochen, Suturae 7.
— Verbindungen 7.
— Vorsprünge 6.
Kopfbein 128.
Kranznaht 100.
Kreuzbein 20.
Kugelgelenk 10.

L.

Labrum glenoidale 11.
Labyrinthus ethmoidalis 67.
— osseus 96.
Lambda 101.
Lambdanaht 101.
Lamina cribrosa 67.
— fibrocartilaginea interpubica 148.
— orbitalis 74.
— papyracea 67.
— perpendicularis 67.
— vitrea 104.
Laminae fibro-cartilagineae volares 138.
Lendenwirbel 17.
Leptoprosopie 98.
Ligamenta s. auch Ligamentum.
Ligamenta accessoria 10, 138.
— alaria 28.
— cruciata 165.
— basium interossea 187.
— — ossium metacarpea 136.
— — — metatarsalium 186.
— — — — plantaria 187.
— capitulorum costae radiata 39.
— carpometacarpea dorsalia 135.
— collateralia manus 138.
— — pedis 189.
— — radiale 135.
— — ulnare 135.
— costoxiphoidea 41.
— flava 25.
— glenohumeralia 117.
— intercarpea dorsalia 135.
— — volaria 136.
— intercostalia externa 41.
— intercuneiformia dorsalia 186.
— — interossea 187.
— interspinalia 26.
— intertransversaria 26.
— malleoli lateralis 180.
— metacarpea volaria 136.
— naviculari-cuneiformia dorsalia 186.
— propria 12.
— — scapulae 110.

Ligamenta sternocostalia radiata 40.
— tarsometatarsalia dorsalia 186.
— tarsometatarsalia plantaria 187.
— transversa capitulorum 138.
— — pedis 188.
Ligamentum s. auch Ligamenta.
Ligamentum accessorium plantare 189.
— anulare radii 122.
— apicis dentis 29.
— arcuatum 169.
— — pubis 148.
— bifurcatum 185.
— calcaneo-cuboideum dorsale 185, 186.
— — — plantare 186.
— — — fibulare 184.
— — -naviculare 181.
— — — dorsale 185.
— — — plantare 186.
— — -tibiale 184.
— capitato-hamatum 133.
— capituli costae interarticulare 38.
— — fibulae 173.
— carpi arcuatum dorsale 135.
— — — volare 135.
— — radiatum 136.
— — transversum 135.
— carpo-metacarpeum interosseum 134.
— collaterale fibulare 168.
— — tibiale 168.
— — radiale 122.
— — ulnare 122.
— colli costae 39.
— conoideum 111.
— coracoacromiale 110.
— coracoclaviculare 111.
— — anterius 112.
— coracolumerale 117.
— costoclaviculare 112.
— costotransversarium anterius 39.
— — posterius 39.
— cruciatum atlantis 28.
— cuboideonaviculare 187.
— cuboideonaviculare dorsale 186.
— cuneocuboideum dorsale 186.
— — interosseum 187.
— — — dorsale 186.
— — plantare 187.
Ligamentum cuneo-metatarsale interosseum 187.
— deltoideum 184.
— iliofemorale 158.
— iliolumbale 147.
— interclaviculare 112.
— intercostale internum 39.
— interosseum 132.
— — lunato-pyramidale 132.
— — — -scaphoideum 132.
— ischiofemorale 158.
— longitudinale anterius 24.
— — posterius 24.
— lumbocostale 39.
— lunato-scaphoideum 132.
— naviculari-cuneiforme plantare 187.
— nuchae 26.
— patellae 168.
— pisohamatum 136.
— pisometacarpeum 136.
— plantare longum 185.
— pterygospinosum 85.
— pubicum superius 148.
— pubofemorale 158.
— radiocarpeum dorsale 124.
— volare 134.
— sacroiliacum anterius 146.
— — interosseum 147.
— — posterius 147.
— sacrospinosum 147.
— sacrotuberosum 147.
— sphenomandibulare 86.
— sternoclaviculare anterius 112.
— — posterius 112.
— sternocostale interarticulare 40.
— stylohyoideum 87.
— stylomandibulare 86.
— supraspinale 26.
— talocalcaneum anterius 185.
— — interosseum 185.
— — laterale 185.
— — mediale 185.
— — posterius 185.
— talofibulare 184.
— — posterius 184.
— talonaviculare dorsale 185.
— talotibiale 184.
— temporomandibulare 85.
— teres femoris 157.
— tibio-talo-naviculare 184.
— transversum acetabuli 150.
— — atlantis 28.
— — genus 165.
— — scapulae inferius 110.
— — — superius 110.
Ligamentum trapezoideo-capitatum 133.
— trapezoideum 111.
— trapezo-trapezoideum 133.
— tuberculi costae superior 39.
— ulnocarpeum 135.
Limbus alveolaris 74.
— sphenoidalis 51.
Linea arcuata 142.
— aspera 153.
— glutaea 143.
— intercondyloidea 154.
— mylohyoidea 82.
— obliqua femoris 154.
— — mandibulae 82.
— poplitea 161.
— temporalis inferior 59, 62.
— — superior 62.
— terminalis 149.
Lineae nuchae 49.
Lingula mandibulae 82.
— sphenoidalis 52.
Lisfrancsches Gelenk 183.
Louisscher Winkel 45.

## M.

Malleolus lateralis 162.
Mandibula 81.
Manubrium sterni 37.
Margo lacrimalis 73.
— lambdoideus 49.
— mastoideus 49.
— supraorbitalis 64.
Massae laterales 15.
Maxilla 72.
— incisura nasalis 72.
— processus alveolaris 74.
— processus frontalis 73.
— — palatinus 75.
— — zygomaticus 74.
Meatus acusticus externus 60, 96.
— — internus 56, 66.
— nasi 68, 94.
— — inferior 69.
— — medius 69.
Meckelscher Knorpel 83.
Membranae atlanto-epistrephicae 29.
— — -occipitales 29.
— interosseae 12.
— — antebrachii 124.
— — cruris 174.
— obturatoria 145.
— sterni 41.
— tectoria 29.

Meniscus articularis 11.
— lateralis 164.
— medialis 164.
Mittelfußgelenke 182.
Mittelfußknochen 178.
Mittelfuß-Zehengelenke 188.
Mittelhandfingergelenke 137.
Mittelhandknochen 129.
Mondbein 127.
Mundhöhle 96.
Muscheln 66.

**N.**

Nähte 100.
Nasenbein 71.
Nasenhöhle 93.
Nasion 101.
Neurocranium 46.
Normalconjugata 149.
Nucleus pulposus 22.
Nußgelenk 10, 156.

**O.**

Oberarmbein 113.
Obere Extremität 106.
Oberkieferbein 72.
Oberschenkelbein 153.
Oberschenkelkopf 153.
Occiput 90.
Ohrenhöhle 96.
Olecranon 119.
Orbita 94.
Orthocephalen 98.
Orthognathie 98.
Os acetabuli 145.
— capitatum 128.
— coccygis 21.
— costale 35.
— coxae 141.
— cuboideum 177.
— ethmoidale 66.
— frontale 63.
— — margo parietalis 63.
— — pars nasalis 64.
— — partes orbitales 63.
— hamatum 128.
— hyoideum 87.
— ilium 142.
— incisivum 74.
— ischii 143.
— lacrimale 69.
— lunatum 127.
— nasale 71.
Os naviculare 177.
— — manus 127.
— occipitale 47.
— occipitale, pars basilaris 47.
— — partes laterales 48.
— palatinum 79.
— — processus orbitalis 80.
— — processus pyramidalis 80.
— — — sphenoidalis 80.
— parietale 61.
— — angulus frontalis 62.
— — — mastoideus 62.
— — — occipitalis 62.
— — — sphenoidalis 62.
— — margo frontalis 62.
— — — occipitalis 62.
— — — sagittalis 62.
— — — squamosus 62.
— petrosum 55.
— pisiforme 128.
— pubis 143.
— pyramidale 127.
— sacrum 20.
— sphenoidale 51.
— — ala magna 52.
— — — parva 52.
— — corpus 51.
— suprasternale 43.
— temporale 55.
— trapezium 128.
— trapezoides 128.
— trigonum 178.
— tympanicum 56.
— zygomaticum 77.
Ossa antebrachii 118.
— carpi 126.
— cruris 160.
— cuneiformia 177.
— epactalia 101.
— metacarpi 129.
— metatarsalia 178.
— pedis 174.
— sesamoidea 130.
— — pedis 179.
— suturarum 101.
— tarsi 175.
Ossicula mentalia 83.

**P.**

Pars alveolaris mandibulae 81.
— mastoidea 58.
— squamosa 59.
Patella 160.
Pecten carinatum 44.
— ossis pubis 142.
Pelvis 148.
— major 148.
— minor 149.
Pericranium 99.
Pes calcaneus 192.
— equinus 192.
— valgus 192.
— varus 192.
Pfeilnaht 100.
Pflugscharbein 70.
Phalanges 130.
— pedis 179.
Plana temporalia 90.
Planum nuchale 49.
— occipitale 49.
— popliteum 154.
— sternale 41.
— temporale 97.
Plattfuß 192.
Platycemie 163.
Plicae alares 166.
— synoviales 11.
Plica synovialis patellaris 166.
Porus acusticus externus 96.
— — internus 56, 96.
Primordialcranium 46.
Processus 6.
— accessorius 16, 18.
— alaris 67.
— articulares 15.
— asteriacus 61.
— clinoidei posteriores 51.
— clinoideus anterior 52.
— condyloideus 48.
— — mandibulae 83.
— coracoideus 107.
— coronoideus 83.
— — ulnae 119.
— costarius 17.
— ethmoidalis 69.
— falciformis 147.
— intrajugularis 48, 56.
— jugularis 48.
— lacrimalis 69.
— lateralis tali 175.
— mamillaris 16, 18.
— mastoideus 58.
— maxillaris 69.
— paramastoideus 49.
— posterior tali 175.
— pterygoideus 53.
— pterygospinosus (Civinini) 55.
— retromastoideus 50.
— spinosus 15.

Processus styloideus 57.
— — metacarpi III 129.
— — radii 120.
— — ulnae 119.
— supracondyloideus 115.
— transversus 15.
— trochlearis 177.
— tubarius 54.
— uncinatus 68.
— vaginalis 54.
— xiphoideus 37.
— zygomaticus 59, 64.
Prognathie 98.
Promontorium 31, 149.
— doppeltes 152.
Pronation 126.
Protuberantia mentalis 81.
— occipitalis externa 49.
— — interna 49.
Pseudarthrose 8.
Pterion 101.
Pyramidenbein 127.

Q.

Querfortsatz 15.

R.

Radius 119.
Radix arcus vertebrae 14.
— nasi 93.
Ramus mandibulae 82.
Recessus sacciformis 122, 125.
— sphenoethmoidalis 94.
Rete articulare 12.
Retinacula patellae 168.
Retinaculum ligamenti arcuati 169.
Rippen 35.
— Bandapparat 38.
— Bänder am dorsalen Teil 38.
— Bänder am ventralen Teil 40.
Rollgelenk 9.
Rollhügel 153.
Roser-Nélatonsche Linie 160.
Rostrum sphenoidale 52.
Rumpfskelet 13.

S.

Sattelgelenk 10.
Scaphocephalus 103.
Scapula 100.
Schädel 46.
— Altersunterschiede 102.
— Bandverbindungen 84.
Schädeldecke 89.
Schädelformen 97.
Schädelgrund 89.
Schädel im ganzen 88.
— praktische Bemerkungen 103.
— Rasseverschiedenheiten 98.
— Varietäten 103.
Schädellehre 89.
Schaltknochen 100, 101.
Schambein 143.
Schambeinkamm 142.
Schamfuge 148.
Scheitel 90.
Scheitelbein 61.
Schienbein 161.
Schläfenbein 55.
— Pyramide 55.
Schläfengrube 97.
Schleimbeutel 11.
Schlüsselbein 109.
Schraubengelenk 9.
Schulterblatt 106.
Schultergelenk 116.
— Labrum glenoidale 116.
— Bandapparat 110.
— Gelenke 111.
— Hilfsbänder 111.
Schuppenteil 59.
Schwerlinie des Körpers 32.
Scoliose 34.
Seitliche Massen 15.
Sella turcica 51.
Septum nasi osseum 93.
Sesambeine 130.
Siebbein 66.
Siebbeinlabyrinth 67.
Sinus frontalis 65.
— maxillaris 75.
— sphenoidales 52.
— tarsi 176.
Sitzbein 143.
Skelet, Gestaltung 5.
Spatia intercostalia 42.
— interossea manus 129.
Speiche 119.
Spina 6.
— cristae iliacae 142.
— frontalis 64.
— iliaca 142.
— mentalis 82.
— m. recti lateralis 53.
— nasalis anterior 75.
— — posterior 79.
Spina (Processus) tympani anterior 60.
— — — posterior 60.
— recti lateralis 53.
— scapulae 107.
— supra meatum 60.
— trochlearis 64.
Spitzfuß 192.
Splanchnocranium 46.
Sprungbein 175.
Sprungbeingelenk, hinteres 181.
— oberes 180.
— vorderes 181.
Squama frontalis 63.
— occipitalis 49.
Steißbein 21.
Stephanion 101.
Sternum 37.
Stirnbein 63.
Stirne 90.
Stirnglatze 64.
Stirnhöcker 64.
Stirnhöhlen 64, 65.
Stirnnaht 100.
Substantia compacta 6.
— spongiosa 6.
Sulcus 6.
— arteriae occipitalis 59.
— — subclaviae 36.
— calcanei 176.
— caroticus 51.
— chiasmatis 51.
— costalis 36.
— ethmoidalis 71.
— hamuli 54.
— infraorbitalis 73.
— intertubercularis 114.
— lacrimalis 70, 73.
— malleolaris 60.
— malleoli lateralis 162.
— malleoli medialis 161.
— m. flexoris hallucis longi 176.
— — peronaei longi 176, 177.
— mylohyoideus 82.
— nervi petrosi superficialis majoris 50.
— — radialis 114.
— — ulnaris 115.
— obturatorius 144.
— paraglenoidalis 146.
— petrosus interior 48, 50.
— — superior 50.
— pterygo-palatinus 54, 73, 80.
— sagittalis 50, 62, 63.
— tali 176.

Sulcus tympanicus 60.
Supercilium acetabuli 143.
Supination 126.
Sustentaculum tali 176.
Sutura coronalis 100.
— frontalis 100.
— incisiva 75.
— infraorbitalis 74.
— — transversa 76.
— lambdoidea 101.
— mendosa 50.
— palatina mediana 75.
— — transversa 75, 79.
— sagittalis 100.
— serrata 7, 100.
— squamosa 7, 100.
Symphysis ossium pubis 148.
— sacrococcygea 23.
Synarthrosis 8.
Synchondrosis 8.
— petrooccipitalis 84.
— sphenopetrosa 84.
Syndesmosis 8.
Synovia 12.

## T.

Talus 175.
Tegmen tympani 56.
Thorax 41.
Thyrsocephalus 103.
Tibia 161.
Torus occipitalis 50.
Träger 18.
Tränenbein 69.
Trichterbrust 44.
Trigonum palatinum 72.
Trochanter 153.
— tertius 154.
Trochlea humeri 114.
— tali 175.
Tubera frontalia 64.
Tuberculi humeri 113, 114.
Tuber 6.
— calcanei 176.
— ischiadicum 142.
— parietale 62.
Tuberculum 6.
— articulare 59.
Tuberculum costae 35.
— jugulare 48.
— Lisfranci 36.
— mentale 81.
— obturatorium 144.
— pharyngeum 48.
— pubicum 142.
— scaleni 36.
— sellae 51.
— supracondyloideum 154.
— supramastoideum posterius 61.
Tuberositas 6.
— costae II 36.
— deltoidea 114.
— glutaea 154.
— iliaca 143.
— malaris 78.
— masseterica 82.
— ossis cuboidei 177.
— — metatarsalis primi 179.
— — — quinti 179.
— — navicularis 177.
— processus transversi 16.
— pterygoidea 82.
— radii 119.
— tibiae 161.
— ulnae 119.
— unguicularis 130.

## U.

Ulna 119.
Unterarm, Haftbänder 124.
Unterarmknochen 118.
Untere Extremität 141.
— Muschel 69.
Unterkiefer 81.
Unterschenkelknochen 160.
Unterschläfengrube 97.

## V.

Vertebra prominens 17.
Vertebrae cervicales 16.
— lumbares 17.
— thoracicae 15.
Vertex 90.
Villi synoviales 11.
Vomer 70.

## W.

Wadenbein 162.
Wadenbeinköpfchengelenk 173.
Wangenbein 77.
Warzenfortsatz 58.
Warzenteil 58.
Winkelgelenk 9.
Wirbel, Bandscheiben 22.
Wirbelbogen 14.
— Bänder 25.
Wirbeldornen, Bänder 26.
Wirbel, Faserring 22.
— Gallertkern 22.
Wirbelkanal 14, 33.
Wirbelkörper 14.
— Bänder 22.
Wirbelloch 14.
Wirbelquerfortsätze, Bänder 26.
Wirbelsäule 14.
— Altersunterschiede 33.
— Bandapparat am cranialen Ende 27.
— — am caudalen Ende 30.
— Bänder 22.
— Belastung 31.
— Beweglichkeit 32.
— Geschlechtsunterschiede 33.
— im ganzen 31.
— Krümmungen 31.
— Länge 31.
Wirbel, Struktur 21.
Würfelbein 177.

## Z.

Zehengelenke 189.
Zehenknochen 179.
Zona orbicularis 137.
Zungenbein 87.
Zwerchfellphänomen 45.
Zwischenkiefer 74.
Zwischenwirbelloch 15.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Grundriss

der

# Chirurgisch-topographischen Anatomie

mit Einschluss der

## Untersuchung am Lebenden.

Von

Geh. Med.-Rat Dr. **Otto Hildebrand,**
ord. Professor der Chirurgie an der Universität Berlin.

**Dritte verbesserte und vermehrte Auflage.**

*Mit 194 teils mehrfarbigen Abbildungen im Text.*

**Preis gebunden Mk. 12.60.**

Verfasser gibt eine klare, gut verständliche Darstellung der topographischen Anatomie, wie sie für den Chirurgen die Grundlage bei den Operationen bilden soll. Der grosse Vorteil des Buches besteht darin, dass die trockene Materie durch eine anschauliche Schilderung der Untersuchungsmethoden am Lebenden ergänzt wird. Ferner gibt der Verfasser nicht nur eine Beschreibung der anatomischen Verhältnisse der einzelnen Körperregionen, sondern er schildert gleichzeitig die für die einzelnen Operationen wichtigen Lymphbahnen, wodurch eine den modernen Ansprüchen genügende Chirurgie der bösartigen Geschwülste erleichtert wird. Ausserdem ist jedem Kapitel des Buches eine Darstellung des Nervensystems der verschiedenen Körpergegenden angefügt worden. Eine grosse Anzahl guter Abbildungen, die teilweise mehrfarbig sind, bilden eine wertvolle Ergänzung des vorliegenden Grundrisses, dem die weiteste Verbreitung unter den Chirurgen und Studenten zu wünschen ist. *Medizinische Klinik.*

Vor uns liegt eine neue Auflage von Hildebrands Grundriss der chirurgisch-topographischen Anatomie. Ein Buch, das sich so viele Freunde erworben hat, wird jedermann mit grossem Interesse zur Hand nehmen und studieren, wenn es in verjüngter Form uns dargeboten wird. Eine Neubearbeitung und Ergänzung war nötig geworden, denn in den letzten zehn Jahren entstand manche neue Operation und wurde manche neue Technik geübt, die zu neuen Gesichtspunkten in der Lagebeziehung der einzelnen Organe zueinander führten. Zahlreiche neue Abbildungen sind hinzugekommen, namentlich bei den Hautnerven und Lymphbahnen.

Die äussere Ausstattung ist vorzüglich, der Preis dabei so gering, dass das Buch nicht nur für den Chirurgen, sondern auch ganz besonders für den Studierenden in Betracht kommt. Gerade der angehende Arzt wird aus dem Buche lernen, wie man die Topographie am Lebenden studieren kann, so weit das möglich ist.

*Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch

der

# Ohren-, Nasen- und Kehlkopf-Krankheiten.

Von

Geh. Med.-Rat Dr. **Otto Körner,**
o. ö. Professor der Medizin und Direktor der Universitäts-Ohren- und Kehlkopf-Klinik in Rostock.

Dritte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

*Mit 219 Textabbildungen und 1 Tafel.*

**Preis gebunden Mk. 11.—.**

## Aus Besprechungen:

Von dem beliebten Lehrbuch, dessen 1. Auflage im Jahre 1906 erschien, liegt nun die 3. Auflage vor. K. hat die Kapitel über Nasen- und Kehlkopfkrankheiten in dankenswerter Weise erweitert. Trotzdem bleibt sein Lehrbuch noch immer eines der kompendiösesten, und es gehörte die reiche persönliche Erfahrung und die vollendete Darstellungsweise des akademischen Lehrers dazu, um auf so knappem Raum alles für den Praktiker Wichtige zu bringen. Ein besonderer Vorzug liegt darin, dass es K. nicht nur gelungen ist, dieses Postulat zu erfüllen, sondern dass er es auch verstanden hat, dem Nichtspezialisten zu zeigen, wo er sich aus didaktischen Gründen beschränkt und das Thema nicht erschöpfen will. Auf diese Weise wird das Buch nicht nur der Einführung in die Spezialdisziplin dienen, sondern auch zur Vertiefung der Kenntnisse anregen.

*Schmidts Jahrbücher für die gesamte Medizin.*

Das günstige Urteil des Ref. über die beiden ersten Auflagen des Körnerschen Lehrbuches gilt in vollem Masse auch für diese dritte Auflage. Den von verschiedenen Kritikern ausgesprochenen Wünschen nach einer Vervollständigung des rhinologischen Teils ist Verf. in anerkennenswerter Weise nachgekommen. Es wurde eine Beschreibung der Autoskopie, der Tracheo-, Bronchoskopie und der endolaryngealen Operationsmethoden neu eingefügt und verschiedene andere Kapitel wie die über die Erkrankungen der Nasennebenhöhlen und über die Fremdkörper in den tiefen Luftwegen völlig umgearbeitet. Auch die neue Auflage ist im wesentlichen für Allgemeinpraktiker und Studierende bestimmt, ist aber auch für Ohren- und Kehlkopfärzte wertvoll, da es manche anderweitig nicht veröffentlichte Erfahrungen und Ansichten des Verf. enthält.

*Berliner klinische Wochenschrift.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Grundriss

der

# pathologischen Anatomie.

Von

Professor Dr. **Hans Schmaus** in München.

**Zehnte Auflage.**

Neu bearbeitet und herausgegeben von

Professor Dr. **Gotthold Herxheimer** in Wiesbaden.

*Mit 752 grösstenteils farbigen Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln.*

**Preis gebunden Mk. 18.—.**

Wenn man die neue Auflage des Grundrisses durchblättert, so könnte man fast glauben, ein völlig neues Werk vor sich zu haben. Während nämlich die früheren Auflagen nur wenige makroskopische Abbildungen enthielten und auch die 9. Auflage deren kaum 100 zählte, sind in der vorliegenden die anatomischen Abbildungen um nicht weniger als über 200 vermehrt worden. Die meisten dieser Abbildungen sind nach photographischen Aufnahmen hergestellt und in hohem Masse geeignet, den Text zu beleben, sein Verständnis zu erleichtern und das Interesse des Lesers zu wecken.

. . . Auch der Text hat sehr wesentliche Änderungen erfahren. Zahlreiche Kapitel, wie namentlich über Verfettung, Aneurysmen, Nierenentzündungen, Wirbelsäulenverkrümmungen und andere, haben eine zum Teil recht wesentlich erweiterte Darstellung, zum Teil auch eine präzisere und übersichtlichere Disposition erhalten.

. . . Man muss anerkennen, dass das Werk diese Anforderungen von Auflage zu Auflage in gesteigertem Masse erfüllt hat und es ist daher auch nicht zu zweifeln, dass die vorliegende Auflage der wärmsten Aufnahme bei den Studierenden sich erfreuen wird.

*Münchener med. Wochenschrift.*

Schon zwei Jahre nach der neunten Auflage ist die zehnte notwendig geworden. Dieser Umstand zeigt, dass das Werk durch die Bearbeitung des bekannten Schmaus'schen Lehrbuches in seiner Beliebtheit nicht verringert wurde, sondern im Gegenteil vielleicht eher noch gestiegen ist. Diese neue Auflage bringt nun insofern eine wesentliche Verbesserung, als die Abbildungen hauptsächlich durch makroskopische Darstellungen vermehrt wurden. Ausserdem sind aber auch eine ganze Reihe von Abschnitten neu bearbeitet und den modernen Anschauungen angepasst worden. Wir sind überzeugt, dass das hier in allen früheren Auflagen ebenfalls referierte Werk sich in Zukunft der gleichen Beliebtheit erfreut, wie bisher.

*Berliner klin. Wochenschrift.*

„Unter dem Gesichtswinkel der Zusammenfassung des Zusammengehörenden mit möglichster Vermeidung von Wiederholungen und der Klarheit des Ausdruckes wurde das ganze Werk neu durchgearbeitet." H. hat geändert, ergänzt, ausgemerzt. Die Abbildungen sind um 171 vermehrt — das vortreffliche Buch steht allen Wissbegierigen in neuer tadelloser Verfassung zur Verfügung.

*Schmidts Jahrbücher der Medizin.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Technik der Pathologisch-histologischen Untersuchung.

Von

Prof. Dr. **Gotthold Herxheimer**,
Prosektor am städt. Krankenhaus in Wiesbaden.

*Preis gebunden Mk. 10.—.*

Das vorliegende Werk gibt eine möglichst vollständige Darstellung der pathologisch-histologischen Untersuchungsmethoden, wie sie hauptsächlich in Instituten und Laboratorien zur Verwendung kommen. Aus dem Werke spricht eine reiche persönliche Erfahrung des Verfassers, denn wir begegnen an zahlreichen Stellen wertvollen Winken und Urteilen, welche die Auswahl unter den verschiedenen Methoden erleichtern. Wer weiss, wie sehr die mikroskopische Forschung von einer guten Technik abhängig ist und wieviel Zeit hiemit erspart werden kann, wird gerade hiefür dem Verfasser Dank wissen.

Das Herxheimersche Werk wird sich neben den älteren Büchern wohl rasch einbürgern und jedem, der sich mit pathologischer Histologie beschäftigt, ein ausgezeichneter Ratgeber sein. *Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte.*

---

## Taschenbuch
der
# Medizinisch-klinischen Diagnostik.

Von

Dr. **Otto Seifert**, Professor in Würzburg
und
Dr. **Friedr. Müller**, Professor in München.

Sechzehnte, gänzlich umgearbeitete Auflage.

*Mit 104 teilweise farbigen Abbildungen.*

**Preis gebunden Mk. 5.—.**

Das ausgezeichnete und unglaublich reichhaltige Büchlein von Seifert und Müller liegt bereits in der 14. Auflage vor.

„Das Buch soll nicht nur dem Anfänger die Grundzüge der Untersuchungsmethoden in leicht fasslicher Form einprägen, sondern auch dem Praktikanten, Assistenten und dem Arzt eine Hilfe sein bei der Krankenuntersuchung.

Es soll hauptsächlich zum Nachschlagen dienen, es will und darf nicht die ausführlichen Lehrbücher der Diagnostik entbehrlich machen. Würde es diesen Anspruch erheben, so würde es mehr Schaden als Nutzen stiften.“

Es gibt wenige Bücher, die dem, was sie wollen, in so hohem Masse gerecht werden. Eine Empfehlung dieses klassischen Werkchens, das seit 1886 14 Auflagen erlebt hat, ist wirklich überflüssig.

*Volhard-Mannheim in Münchener med. Wochenschr.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch

der

# Lokalanästhesie

## für Studierende und Arzte.

Von

Privatdozent Dr. **Georg Hirschel**, Heidelberg.

Mit einem Vorwort

von

**Prof. Dr. Wilms**, Heidelberg.

Mit 103 Abbildungen im Text.

**Preis gebunden Mk. 5.80.**

**Aus Besprechungen.**

Die Lokalanästhesie hat bei mehr als der Hälfte aller Operationen die Inhalationsnarkose verdrängt, sie hat dem operierenden Chirurgen selbst neue Aufgaben gestellt, die ihn zwingen, sein anatomisches Wissen für diese Zwecke zu vertiefen; dies ist ihm aus Hirschels Buche in bester Weise möglich. Bei der Beschreibung der Technik finden wir ausser dem Bekannten viele gute Ratschläge aus eigener Erfahrung des Autors, so dass auch der Chirurg, welcher die bisherigen Fortschritte des Verfahrens selbst praktisch mit verfolgt hat, vieles Nützliche aus dem Buche lernen kann. Das Illustrationsmaterial ist vorzüglich, die Ausstattung des Buches die bewährte des Bergmannschen Verlages, trotzdem der Preis ein mässiger.

*Prager Medizin. Wochenschrift.*

Die lokale Anästhesie ist rasch über die ersten schüchternen Anfänge hinausgekommen und hat sich mit ungeahnter Schnelligkeit ein Operationsgebiet nach dem andern erobert. Ein Lehrbuch, das diese Verhältnisse hervorhebt und im Anschluss daran die Technik der lokalen Anästhesie schildert, ist darum nicht nur dem Chirurgen sehr erwünscht, sondern für den praktischen Arzt und den Studenten ein Bedürfnis. Hirschel, dem die lokale Anästhesie selbst manche Förderung verdankt, hat die Aufgabe, die er sich gestellt, glänzend gelöst. Der Text ist kurz und präzis. Man kann sich so rasch vor jeder Operation orientieren und die beste Art der Anästhesie für den jeweiligen Fall wählen. Hervorzuheben wäre, dass nicht nur die grossen Operationen Berücksichtigung finden, sondern auch die kleinen, wie z. B. die Zahnextraktionen. Uns scheint das Buch deswegen gerade für den Praktiker zugeschnitten zu sein. Die äussere Ausstattung des Buches lässt nichts zu wünschen übrig. Die Abbildungen sind vorzüglich. Form, Druck und Papier tadellos. Da nun auch der Preis des Buches als ein sehr mässiger zu bezeichnen ist, so wird es mit Recht grossen Anklang finden.

*Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Die operative Geburtshilfe
## der Praxis und Klinik.

In zweiundzwanzig Vorträgen

von

Geh. Med.-Rat Dr. **Hermann Fehling,**

ord. Professor der Geburtshilfe und Gynäkologie,
Direktor der Kaiserl. Universitäts-Frauenklinik zu Strassburg im Els.

**Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.**

Mit 80 zum Teil farbigen Abbildungen.

*Preis gebunden Mk. 5.—.*

Das Buch ist als ein vorzüglicher Leitfaden für die Studierenden bei der Absolvierung des geburtshilflichen Operationskursus zu empfehlen; auch der Geburtshilfe treibende Praktiker findet in demselben Belehrung über die Fortschritte der operativen Geburtshilfe in den letzten Jahren und über den heutigen Standpunkt der geburtshilflichen Wissenschaft.

*Münchener Med. Wochenschrift.*

---

# Physiologisches Praktikum
## für Mediziner.

Von

Dr. med. **R. F. Fuchs,**

Professor an der Universität Breslau.

*Zweite verbesserte und erweiterte Auflage.*

Mit 110 Abbildungen und vier Tafeln.

*Preis gebunden Mk. 8.—.*

Das bekannte Fuchssche Praktikum der Physiologie hat in der zweiten Auflage seine Vorzüge und bewährten Besonderheiten beibehalten, insbesondere die Zuverlässigkeit der Darstellung und ein solches Eingehen auf alle Einzelheiten und Kleinigkeiten, dass der Studierende auch ohne dauernde mündliche Anleitung sich zurechtfindet. Der Inhalt ist nicht unbeträchtlich erweitert, und die Zusätze betreffen fast alle Kapitel. Hinzugekommen ist die Spektraluntersuchung des Blutes, die Beobachtung der Blutplättchen, der Pulsgeschwindigkeit beim Menschen; die graphische Aufnahme der Darmbewegungen, der Muskelermüdungskurve des Menschen. Die physiologische Optik ist um eine ganze Reihe von neuen Versuchen bereichert. Hervorzuheben ist, dass viele Versuche speziell der Physiologie des Menschen angepasst sind.

*Berliner klin. Wochenschrift.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Lehrbuch der topographischen Anatomie

für

## Studierende und Ärzte.

Von Dr. H. K. Corning,

Professor o. o. und Prosektor an der Universität Basel.

**Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage.**

Mit 667 Abbildungen, davon 420 in Farben.

*Preis gebunden Mk. 16.60.*

Cornings Buch hat in der neuen Auflage eine grosse Bereicherung an Text und Abbildungen erfahren. Ich verweise auf die Abbildungen über die Lage der Hypophysis, über die Topographie der Gehirnventrikel und viele andere. Auf den meisten Gebieten ist Neues hinzugekommen, was höchst instruktiv ist. Dem Chirurgen bietet das Buch eine Fülle von Belehrung. Durch die richtige Mischung von Text und Abbildungen, und durch die Vorzüglichkeit beider ist das Buch zurzeit das beste, was wir besitzen.

*Jahresbericht für Chirurgie.*

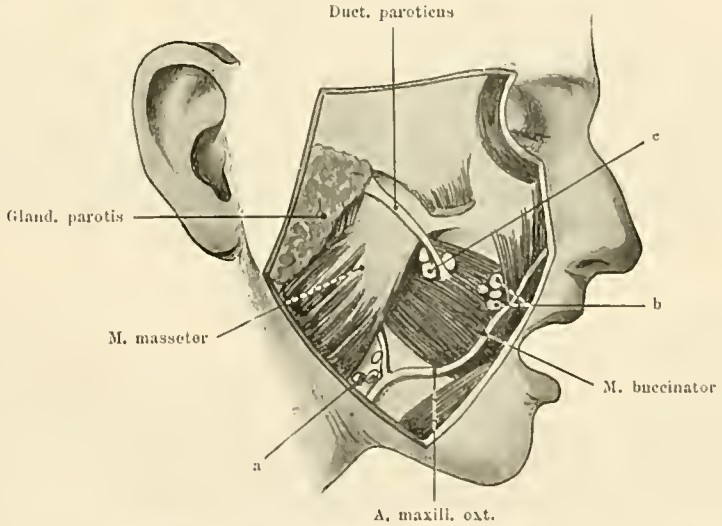



Fig. 115. Lymphoglandulae buccinatoriae auf der äusseren Fläche des M. buccinator und des Unterkiefers (a, b, c).

Das Buch ist mit seiner Seitenzahl von 808 Seiten in gleicher Stärke nach Ablauf von 1½ Jahren wiederum neu verlegt worden, und zwar zum vierten Male seit 1907, was seinen Wert wohl am besten charakterisieren dürfte.

Die äusseren Vorzüge des Buches sind der klare, gut leserliche Druck. Dazu kommt die übersichtliche Einteilung der einzelnen Kapitel, die durch das ausführliche Inhaltsverzeichnis und das weitgehende alphabetische Register unterstützt werden. Der Hauptwert des Buches liegt jedoch zweifellos in seiner grossen Anschaulichkeit durch zahlreiche Abbildungen.

Das Buch ist somit Lehrbuch und Atlas zugleich und enthält 667 Abbildungen, davon 420 in Farben. Die Abbildungen, die teilweise schematische sind, grossenteils aber klare, getreue Wiedergabe von vortrefflichen Präparaten darstellen, sind fast durchweg mustergültig.

Der ausserordentlich niedrige Preis von gebdn. 16,60 Mk. ist dazu angetan, dem Buche eine weite Verbreitung zu verschaffen. *Zentralblatt f. Chirurgie.*

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

# Handbuch der Frauenheilkunde

## für Ärzte und Studierende.

Bearbeitet von

Prof. Dr. Amann-München, Prof. Dr. Baisch-München, Prof. Dr. Benttner-Genf, Prof. Dr. v. Franqué-Bonn, Prof. Dr. Füth-Köln, Prof. Dr. Halban-Wien, Priv.-Doz. Dr. Jaschke-Giessen, Prof. Dr. Jung-Göttingen, Prof. Dr. Knauer-Graz, Geh. Hofrat Prof. Dr. Menge-Heidelberg, Prof. Dr. Opitz-Giessen, Prof. Dr. Pankow-Düsseldorf, Prof. Dr. Schröder-Dortmund, Prof. Dr. Sellheim-Tübingen, Prof. Dr. Tandler-Wien, Prof. Dr. Walthard-Frankfurt a. M.

Herausgegeben von

**C. Menge,** Heidelberg und **E. Opitz.** Giessen.

Mit 374 zum Teil farbigen Abbildungen.

*Preis geheftet Mk. 15.—, gebunden Mk. 16.—.*

Allgemeiner Teil.

I. Entwickelungsgeschichte. Von J. Tandler, Wien.
II. Anatomie. Von J. Tandler, Wien.
III. Physiologie der weiblichen Genitalien. Von H. Schröder, Dortmund.
IV. Hygiene und Diätetik des Weibes. Von C. Menge, Heidelberg.
V. Allgemeine Symptomatologie. Von K. Baisch, München.
VI. Ueber den Einfluss von Allgemeinerkrankungen des Körpers auf den Genitalapparat und umgekehrt. Von M. Walthard, Frankfurt a. M.
VII. Beziehungen der Erkrankungen der Genitalien zu den Nachbarorganen und umgekehrt. Von Erich Opitz, Giessen.
VIII. Die gynäkologischen Untersuchungsmethoden. Von H. Sellheim, Tübingen.
IX. Allgemeine Therapie. Von Erich Opitz, Giessen.
X. Asepsis und Antisepsis. Von Erich Opitz, Giessen.

Besonderer Teil.

1. Systemerkrankungen.

XI. Die Sterilität. Von K. Baisch, München.
XII. Die gonorrhoischen Erkrankungen des weiblichen Genitaltraktus. Von J. A. Amann, München.
XIII. Ulcus molle und Lues. Von H. Füth, Köln.
XIV. Tuberkulose. Von H. Füth, Köln.
XV. Septische Erkrankungen. Von Erich Opitz, Giessen.
XVI. Verletzungen. Fremdkörper und deren Folgen (Fisteln) ausschliesslich Verlagerungen. Von G. Knauer, Graz.
XVII. Pathologische Lage und Gestaltsveränderungen der weiblichen Geschlechtsorgane. Von J. Halban, Wien.
XVIII. Missbildungen. Von O. Pankow, Düsseldorf.
XIX. Tierische Parasiten. Von H. Füth, Köln.

2. Organerkrankungen.

XX. Die Erkrankungen der Vulva. Von Rud Th. Jaschke, Giessen.
XXI. Erkrankungen der Vagina. Von Rud. Th. Jaschke, Giessen.
XXII. Uterus. Von Erich Opitz, Giessen.
XXIII. Erkrankungen der Eileiter. Von O. von Franqué, Bonn.
XXIV. Erkrankungen des Eierstocks. Von O. von Franqué, Bonn.
XXV. Beckenbindegewebe und Beckenbauchfell. Von Ph. Jung, Göttingen.
XXVI. Die Erkrankungen der weiblichen Harnorgane. Von O. Benttner, Genf.
XXVII. Darm. Von Erich Opitz, Giessen.

Als Ziel hat vor allem vorgeschwebt ein Buch zu schaffen, das dem praktischen Arzte ermöglicht, wirklich Rat und Anleitung für die allgemeine Praxis, soweit sie sich mit Frauenleiden beschäftigt, zu finden.

In den übrigen Lehrbüchern sind ja diese Fragen meist etwas stiefmütterlich behandelt, weil da mehr die rein spezialistische Behandlung in den Vordergrund gestellt ist, während diese spezialistische Behandlung schliesslich meist doch nicht Sache des praktischen Arztes ist.